



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ
А.А. НОВИКОВА»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский /

«30 мая 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аэродинамика и динамика полёта

Направление подготовки
25.03.03 Аэронавигация

Направленность программы (специализация)
Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения:
очная

Санкт-Петербург
2023

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является получение студентами необходимых знаний об основных закономерностях движения газа (воздуха), механического взаимодействия между газом и движущимися в нем телами, представляемого в виде аэродинамических характеристик, а также практических навыков и умений в определении и анализе аэродинамических характеристик беспилотных авиационных систем (БАС) в условиях эксплуатации.

Задачи изучения дисциплины:

- знать, уметь и владеть методами определения аэродинамических характеристик беспилотных авиационных систем;

- знать, уметь и владеть методами оценки влияния аэродинамических характеристик БАС на безопасность полета;

- знать, уметь и владеть методами оценки влияния аэродинамических характеристик на топливную эффективность беспилотных авиационных систем.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» изучается во 2 и 3 семестрах и базируется на курсах следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Механика», «Авиационная метеорология».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» является обеспечивающей для дисциплин «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна самолетного типа с максимальной взлетной массой 30 кг и менее (тип 1)», «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна самолетного типа с максимальной взлетной массой 30 кг и менее (тип 2)», «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна вертолетного типа с максимальной взлетной массой 30 кг и менее (тип 1)», «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна вертолетного типа с максимальной взлетной массой 30 кг и менее (тип 2)», «Летно-технические характеристики беспилотных воздушных судов», «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой более 30 кг (тип 1)», «Практическая аэродинамика беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой более 30 кг (тип 2)».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ПК-5	Организовывать и осуществлять предварительную и предполетную подготовку БАС в производственных условиях
ИД¹_{ПК5}	Знает все виды подготовки БАС и его элементов при подготовке к полету в объеме, установленном требованиями эксплуатационной документации
ПК-6	Организовывать и осуществлять эксплуатацию БАС с использованием дистанционно пилотируемых ВС и автономных ВС и их функциональных систем в ожидаемых условиях эксплуатации и особых ситуациях
ИД¹_{ПК6}	Уметь составлять полетные программы с учетом особенностей функционального оборудования полезной нагрузки, установленного на беспилотном воздушном судне и характера перевозимого внешнего груза

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные уравнения аэродинамики;
- физическую природу образования аэродинамических сил и моментов;
- способы управления аэродинамическими силами и моментами;
- основы теории полёта;
- особенности полетов в особых условиях и особые случаи в полете;
- особенности устойчивости и управляемости БАС, в том числе на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете.

Уметь:

- оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов БАС.

Владеть:

- методикой расчета сил и моментов, действующих на БАС на различных этапах полета, лётно-технических характеристик БАС.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		2	3
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
Контактная работа, всего	96,8	54,3	42,5
лекции	32	18	14
практические занятия	60	36	24
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект (работа)	4	-	4
Самостоятельная работа студента	66	45	21
Промежуточная аттестация	18	9	9
контактная работа	0,8	0,3	0,5
Зачет, защита курсовой работы, дифференцированный зачет	17,2	8,7	8,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-5	ПК-6		
Тема 1. Основные понятия и уравнения движения газа	22	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 3. Аэродинамические характеристики современных БАС самолетного типа	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 4. Общая характеристика несущих винтов и их аэродинамика	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-5	ПК-6		
Тема 5. Аэродинамические характеристики современных БАС вертолетного типа	11	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Итого	99				
Промежуточная аттестация	9				Зач
Итого за семестр	108				
Тема 6. Динамика полета воздушного судна	6	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС	19	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 8. Продольная устойчивость ВС	8	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 9. Боковая устойчивость ВС	8	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 10. Продольная управляемость ВС	8	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 11. Боковая управляемость ВС	8	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 12. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС	6	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Итого	63				
Промежуточная аттестация	9				ЗаО
Итого за семестр	72				
Итого за дисциплине	180				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, РЗ – расчетное задание, СЗ – ситуационная задача; Зач – зачет, ЗаО – зачет с оценкой.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СР	КР	Всего часов
2-ий семестр							
Тема 1. Основные понятия и уравнения движения газа	4	8			10		22
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей	4	8			10		22
Тема 3. Аэродинамические характеристики современных БАС самолетного типа	4	8			10		22
Тема 4. Общая характеристика несущих винтов и их аэродинамика	4	8			10		22
Тема 5. Аэродинамические характеристики современных БАС вертолетного типа	2	4			5		11
Промежуточный контроль							9
Итого за 2-ый семестр	18	36			45		108
Вид промежуточного контроля	Зачёт						
3-ый семестр							
Тема 6. Динамика полета воздушного судна	2	2			2		6
Тема 7. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС	2	4			9	4	19
Тема 8. Продольная устойчивость ВС	2	4			2		8
Тема 9. Боковая устойчивость ВС	2	4			2		8
Тема 10. Продольная управляемость ВС	2	4			2		8
Тема 11. Боковая управляемость ВС	2	4			2		8
Тема 12. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС	2	2			2		6
Промежуточный контроль							9
Итого за 3-ый семестр	14	24			21	4	72
Итого по дисциплине	32	60			66	4	180
Вид итогового контроля	Дифференцированные зачёт						

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и уравнения движения газа

Физико-механические свойства воздуха. Методы исследования движения жидкости. Уравнение неразрывности. Понятие о потенциальном течении. Плоскопараллельное течение жидкости. Вихревое течение жидкости. Циркуляция скорости. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа. Параметры торможения потока газа. Критическая и максимальная скорости воздушного потока. Особенности сверхзвукового течения газа. Косые скачки уплотнения. Сверхзвуковой воздухозаборник. Подобие потоков. Формулы экспериментальной аэродинамики. Аэродинамические трубы. Два режима течения вязкой жидкости. Понятие пограничного слоя. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Расчёт характеристик пограничного слоя на плоской пластине. Отрыв течения в пограничном слое.

Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей

Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах. Системы координат. Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа. Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа. Особенности обтекания крыла конечного размаха. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха. Влияние основных геометрических параметров крыла на его аэродинамические характеристики при малых числах M . Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах M . Влияние сжимаемости воздуха на аэродинамические характеристики профиля и крыла. Явление волнового кризиса. Критическое число M . Структура потока около обтекаемого тела при наличии местных сверхзвуковых зон. Волновое сопротивление, подъемная сила и продольный момент при околозвуковых скоростях.

Тема 3. Аэродинамические характеристики современных БАС самолетного типа

Аэродинамические характеристики самолета. Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолета. Влияние интерференции частей на подъемную силу, лобовое сопротивление самолета, положение центра давления и фокуса самолета. Подъемная сила, лобовое сопротивление самолета. Индуктивное сопротивление и поляра самолета. Аэродинамическое качество и пути его повышения. Продольный статический момент и фокус самолета. Боковая аэродинамическая сила и статические аэродинамические моменты самолета, их зависимость от углов атаки и скольжения и от аэродинамической компоновки. Влияние режима работы двигателя на аэродинамические характеристики самолета. Особенности аэродинамики самолета при движении вблизи земли. Влияние сжимаемости

воздуха на аэродинамические характеристики самолета. Способы управления аэродинамикой ВС. Механизация крыла. Особенности аэродинамики перспективных БАС самолетного типа.

Тема 4. Общая характеристика несущих винтов и их аэродинамика

Основные характеристики несущего винта.

Работа несущего винта на режиме осевого обтекания: импульсная теории идеального винта; теории элемента лопасти; силы сопротивления вращению несущего винта; мощность и крутящий момент, потребные для вращения; управление оборотами; способы уравнивания действия реактивного момента; располагаемая мощность несущего винта; потери реального винта; основные режимы осевого обтекания.

Работа несущего винта на режиме косоугольного обтекания: особенности работы винта на режиме косоугольного обтекания; зависимость тяги винта от скорости полета; сила тяги лопасти и ее изменение по азимуту; изменение окружной и результирующей скоростей по радиусу несущего винта; конус вращения несущего винта; маховые движения лопастей; влияние числа лопастей на аэродинамические характеристики несущего винта; управление несущим винтом.

Тема 5. Аэродинамические характеристики современных БАС вертолетного типа

Аэродинамические характеристики вертолетов одновинтовой схемы: аэродинамическая компоновка. Аэродинамические характеристики основных частей вертолета. Грузоподъемность вертолета: формула Н.Е. Жуковского; влияние аэродинамической компоновки; влияние косоугольной обдувки. Лобовое сопротивление вертолета.

Особенности аэродинамических характеристик вертолетов осевой схемы.

Тема 6. Динамика полета воздушного судна

Основные системы координат, используемые в динамике полета. Силы и моменты, действующие на воздушное судно в полете. Уравнения движения воздушного судна. Перегрузка. Располагаемые и допустимые перегрузки.

Тема 7. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС

Основные понятия и определения устойчивости и управляемости. Устойчивость и управляемость, как средство обеспечения полета по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полета ВС. Методы исследования устойчивости и управляемости ВС. Основные показатели устойчивости и управляемости ВС.

Тема 8. Продольная устойчивость ВС

Силы и моменты, действующие на воздушное судно в продольном движении. Продольный статический момент, его зависимость от центровки,

аэродинамической компоновки и конфигурации ВС, от режима работы двигателей и скорости полета. Продольный демпфирующий момент и момент от запаздывания схода потока у горизонтального оперения. Продольное возмущенное движение самолета. Два типа продольного возмущенного движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение. Устойчивость по перегрузке и по скорости. Статическая устойчивость по перегрузке и по скорости. Требования НЛГС к характеристикам продольной устойчивости ВС ГА.

Тема 9. Боковая устойчивость ВС

Силы и моменты, действующие на воздушное судно в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Математическое моделирование в задачах боковой устойчивости ВС. Боковое возмущенное движение. Два типа бокового возмущенного движения. Боковая устойчивость самолета как совместное проявление поперечной и путевой устойчивости. Условия боковой устойчивости самолета. Два типа боковой неустойчивости самолета. Границы боковой устойчивости. Пути улучшения характеристик боковой устойчивости ВС.

Тема 10. Продольная управляемость ВС

Характеристики продольной управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете. Балансировочные кривые. Усилия на штурвале управления рулем высоты (РВ). Зависимость усилий на штурвале от центровки продольной статической устойчивости самолета шарнирного момента РВ и скорости полета. Предельно передняя центровка ВС. Эксплуатационный диапазон центровок. Пути уменьшения усилий на штурвале. Математическое моделирование в задачах продольной управляемости ВС.

Динамические характеристики продольной управляемости. Методы исследования динамических характеристик продольной управляемости. Требования НЛГС к характеристикам продольной управляемости самолетов ГА.

Тема 11. Боковая управляемость ВС

Характеристики боковой управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете. Путевая управляемость. Поперечная управляемость. Балансировочные кривые. Балансировка ВС при полете с несимметричной тягой. Математическое моделирование в задачах боковой управляемости ВС.

Динамические характеристики боковой управляемости ВС. Упрощенная методика исследования боковой управляемости. Показатели боковой управляемости. Взаимосвязь боковой устойчивости и управляемости ВС. Требования НЛГС к характеристикам боковой управляемости ВС ГА.

Тема 12. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС

Влияние аэродинамической компоновки, конфигурации и центровки ВС, режимов полета и работы двигателей, высоты, скорости и числа M полета, жесткости элементов конструкции ВС на характеристики устойчивости и управляемости ВС. Предельно-передняя и предельно-задняя центровки ВС. Границы боковой устойчивости и управляемости ВС при движении по ВПП. Предельно-допустимые скорости бокового ветра при взлете и посадке. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1.	Практическое занятие №1. Уравнение неразрывности.	2
1.	Практическое занятие №2. Уравнение Бернулли.	2
1.	Практическое занятие №3. Параметры торможения газового потока.	2
1.	Практическое занятие №4. Ламинарное и турбулентное течение вязкого газа.	2
2.	Практическое занятие №5. Аэродинамические силы и моменты.	2
2.	Практическое занятие №6. Аэродинамические коэффициенты.	2
2.	Практическое занятие №7. Аэродинамические характеристики крыла .	2
2	Практическое занятие №8. Геометрические параметры крыла.	2
3.	Практическое занятие №9. Геометрические и аэродинамические характеристики фюзеляжа .	2
3.	Практическое занятие №10. Аэродинамические характеристики воздушных судов.	2
3.	Практическое занятие №11. Аэродинамическая интерференция	2
3.	Практическое занятие №12. Влияние земной поверхности на аэродинамические характеристики самолёта.	2
4.	Практическое занятие №13. Геометрические характеристики несущего винта	2
4.	Практическое занятие №14. Мощность и крутящий момент несущего винта.	2
4.	Практическое занятие №15. Особенности работы винта на режиме осевого обтекания	2

4.	Практическое занятие №16. Особенности работы винта на режиме косоого обтекания.	2
5.	Практическое занятие №17. Аэродинамические характеристики вертолетов одновинтовой схемы.	2
5.	Практическое занятие №18. Аэродинамические характеристики вертолетов соосной схемы.	2
Итого за 2-ий семестр		36
6.	Практическое занятие №19. Системы координат, применяемые в динамике полёта.	2
7.	Практическое занятие №20. Равновесие летательного аппарата.	4
8.	Практическое занятие №21. Продольная статическая устойчивость по углу атаки (перегрузке) и по скорости.	4
9.	Практическое занятие №22. Путевая и поперечная устойчивость.	4
10.	Практическое занятие №23. Продольная управляемость.	4
11.	Практическое занятие №24. Путевая и поперечная управляемость.	4
12.	Практическое занятие №28. Предельно-передняя и предельно-задняя центровки ВС	2
Итого за 3-ый семестр		24
Всего по дисциплине		60

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

№ раздела, темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	10
2.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	10
3.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к	10

	устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	
4.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	10
5.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	5
Итого за 2-й семестр		45
6.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
7.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	9
8.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
9.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
10.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
11.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
12.	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. Подготовка к устному опросу. Выполнение расчетного задания, решение ситуационных задач.	2
Итого за 3-й семестр		21
Итого по дисциплине		66

5.7 Курсовые работы

Курсовая работа «Поверочный расчет статической устойчивости и управляемости БАС самолетного типа».

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчет характеристик продольной устойчивости и управляемости БАС самолетного типа»	СРС
Этап 3. Выполнение раздела «Балансировка БАС самолетного типа при отказе одного двигателя»	
Этап 4. Оформление курсовой работы	
Защита курсовой работы	2
Итого по курсовой работе:	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Мхитарян, А.М. Аэродинамика. Учебник для вузов. [Текст] – М., Машиностроение, 1976. 446 с. Количество экземпляров – 72.

2. Динамика полёта: Учеб. для вузов [Текст]/Мхитарян А.М., ред. – М.: Машиностроение, 1978. 424 с. Количество экземпляров – 176.

3. Матвеев Ю.И. Траекторные задачи динамики полета гражданских воздушных судов. [Текст] - Л.: ОЛАГА, 1981, 110 с. Количество экземпляров – 214.

4. Аэродинамика и динамика полёта: Методические указания по изучению раздела «Лётно-технические характеристики ВС» и выполнению курсового проекта «Лётно-технические характеристики гражданских воздушных судов» [Текст]/Университет ГА. С.-Петербург, 2012. Количество экземпляров – 200.

5. Основы аэродинамики и динамики полёта [Текст]. Часть 1. – Рига: Ин-т транспорта и связи, 2010. – 105 с. Количество экземпляров – 140.

6. Матвеев Ю.И. Аэродинамика и динамика полета. Ч. 1. Аэродинамика гражданских воздушных судов. Учебное пособие. [Текст]/ – СПб, Академия ГА, 2001, 120 с. Количество экземпляров – 468.

7. Шалыгин А.С., Лысенко Л.Н., Толпегин О.А. Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов. Учебное пособие. [Текст]/ – М., Машиностроение, 2012. – 584с. Количество экземпляров – 8.

8. Шалыгин А.С., Петрова И.Л., Санников В.А. Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов: Учебное пособие для вузов. [Текст]/ – СПб., Балтийский государственный технический

университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2010. – 126 с. Количество экземпляров – 6.

б) дополнительная литература:

9. Краснов Н.Ф. Аэродинамика, часть 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла. Учебник для втузов [Текст]. М.: Либроком, 2012. 496 с. ISBN: 978-5-397-05723-3. Количество экземпляров – 2.

10. Краснов Н.Ф. Аэродинамика, часть 2. Методы аэродинамического расчёта. Учебник для втузов [Текст]. М.: Либроком, 2012. 416 с. ISBN: 978-5-397-04716-6. Количество экземпляров – 1.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

11. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный.

12. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используется аудитория №254, оборудованная компьютером и мультимедийным проектором.

Материалы INTERNET, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Аудитория 254	Комплект учебной мебели: парты и стулья (вместимость: 28 посадочных мест) компьютер, проектор	Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS Acrobat Professional 9 Windows International English AOO License EDU

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика».

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия текущего состояния и описания перспектив развития знаний в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся.

Практические занятия и курсовой проект по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практические предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков в ходе решения расчетных и ситуационных задач профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, задания для решения на практических занятиях, ситуационные задачи.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы, расчетные/логические задачи, ситуационные задачи. Для обеспечения более глубокого освоения дисциплины фонд оценочных средств по семестрам строится по принципу нарастающего итога, интегрируя темы текущего семестра с ранее освоенным материалом.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится в ходе входного контроля.

Расчетные задачи и ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета во 2 семестре и зачета с оценкой в 3 семестре. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачета / зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет / зачет с оценкой предполагает устный ответ на 2 теоретических вопроса, а также решение расчетной или ситуационной задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных и ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Поверочный расчет статической устойчивости и управляемости БАС самолетного типа.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Обеспечивающие дисциплины: «Высшая математика», «Физика».

Примерный перечень вопросов для входного контроля:

1. Прямоугольная система координат.
2. Тригонометрические функции.
3. Определение производной функции.
4. Производные простейших функций.
5. Частная производная.
6. Полный дифференциал функции.
7. Дифференциалы простейших функций.
8. Максимум и минимум функции.
9. Неопределенный интеграл.
10. Определенный интеграл.
11. Таблица простейших интегралов.
12. Газодинамические параметры.
13. Скорость звука.
14. Сила, работа, мощность.
15. Импульс, энергия.
16. Законы Ньютона.
17. Законы сохранения массы, импульса, энергии.
18. Центр масс.
19. Сила тяжести.
20. Масса и вес твердого тела.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-5, ПК-6	ИД ¹ _{ПК5} ИД ¹ _{ПК6}	<p style="text-align: center;">Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения аэродинамики; - физическую природу образования аэродинамических сил и моментов; - способы управления аэродинамическими силами и моментами; - основы теории полёта; - особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете; - особенности полетов в особых условиях и особые случаи в полете; - особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете. <p style="text-align: center;">Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов.
II этап		
ПК-5, ПК-6	ИД ¹ _{ПК5} ИД ¹ _{ПК6}	<p style="text-align: center;">Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов. <p style="text-align: center;">Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро

и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Примерные вопросы для проведения устного опроса

1. Что такое вязкость воздуха? Как она зависит от температуры?
2. Что такое сжимаемость воздуха? Как зависит скорость звука от температуры?
3. Что такое число Маха? При каких числах M сжимаемость воздуха можно не учитывать?
4. Как зависит скорость течения от площади поперечного сечения трубки тока для несжимаемой жидкости?
5. Как зависит давление от скорости течения жидкости?
6. Как зависит температура газа от его скорости течения?
7. Что такое параметры торможения газа?
8. Что называется пограничным слоем? Что способствует его отрыву?
9. Как расположены оси скоростной и связанной систем координат?
10. Что такое сила лобового сопротивления?
11. Что такое подъёмная сила сопротивления?
12. Что такое боковая сила?

13. Что такое момент крена?
14. Что такое момент рысканья?
15. Что такое момент тангажа?
16. Угол атаки, угол скольжения, угол крена, угол тангажа, угол наклона траектории.
17. Дайте определение понятию «аэродинамические характеристики».
22. Чем отличаются аэродинамические характеристики профиля, крыла, самолёта?
23. Что такое волновой кризис?
24. Перечислите основные виды механизации задней кромки крыла.
25. Перечислите основные виды механизации передней кромки крыла. Как она влияет на аэродинамические характеристики крыла.
26. Как влияет на аэродинамические характеристики самолёта близость земной поверхности?
27. Что называется равновесием летательного аппарата? Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие.
28. Что такое динамическая и статическая устойчивость?
29. Что такое статическая устойчивость самолёта по углу атаки (перегрузке)? Условие такой устойчивости.
30. Диапазон центровок самолёта. Чем обусловлены предельно передняя и предельно задняя центровки?
31. Что такое устойчивость самолёта по скорости? Чем она достигается?
32. Что такое путевая (флюгерная) устойчивость самолёта? Чем она достигается?
33. Что такое поперечная устойчивость самолёта? Какие схемы самолёта обладают более высокой поперечной устойчивостью?
34. При каких условиях возникает колебательная и спиральная неустойчивость самолёта?
35. Что понимается под сваливанием самолёта? На каком угле происходит сваливание?

**Примерные вопросы для промежуточной аттестации
(зачет 2-ий семестр)**

1. Основные физические свойства воздуха.
2. Сжимаемость газов. Скорость звука.
3. Стандартная атмосфера.
4. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды.
5. Линия тока, трубка тока, струйка.
6. Вихревое течение жидкости.
7. Напряжение вихревого жгута.
8. Теорема Гельмгольца.
9. Циркуляция скорости.
10. Понятие о потенциальном течении.
11. Функция тока.

12. Плоские потенциальные течения.
13. Уравнение неразрывности.
14. Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа.
15. Уравнения Эйлера.
16. Интеграл Бернулли.
17. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
18. Уравнение энергии.
19. Подобие физических процессов.
20. Теоремы теории подобия.
21. Критерии гидродинамического подобия.
22. Критерии теплового подобия.
23. Теория размерностей.
24. Параметры торможения газового потока.
25. Характерные скорости газового потока.
26. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья.
27. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Конус Маха.
28. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком.
29. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения.
30. Давление в критической точке за прямым скачком.
31. Косые скачки уплотнения.
32. Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.
33. Общие сведения о течении вязкой жидкости.
34. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
35. Понятие пограничного слоя.
36. Смешанный пограничный слой на плоской пластине.
37. Сопротивление трения.
38. Отрыв пограничного слоя.
39. Управление пограничным слоем.
40. Геометрические параметры крыла.
41. Аэродинамические силы и моменты.
42. Аэродинамические коэффициенты.
43. Углы атаки, скольжения, крена.
44. Аэродинамические характеристики крыла.
45. Аэродинамические характеристики самолёта.
46. Силы, действующие на самолет в полете.
47. Перегрузка.
48. Правильный вираж. Радиус виража.
49. Перегрузка, скорость, тяга и мощность на правильном вираже.

**Примерные вопросы для промежуточной аттестации
(зачет с оценкой 3-ый семестр)**

1. Равновесие самолёта.

2. Основные понятия устойчивости и управляемости самолёта.
3. Характеристики динамической устойчивости самолёта.
4. Продольная статическая устойчивость по углу атаки (перегрузке).
5. Центровка самолёта. Эксплуатационный диапазон центровок
6. Продольная статическая устойчивость по скорости.
7. Путевая (флюгерная) устойчивость.
8. Поперечная устойчивость.
9. Характеристики продольной управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете.
10. Балансировочные кривые.
11. Усилия на штурвале управления рулем высоты (РВ). Зависимость усилий на штурвале от центровки, продольной статической устойчивости самолета, шарнирного момента РВ и скорости полета.
12. Характеристики боковой управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете.
13. Путевая управляемость.
14. Поперечная управляемость.
15. Балансировка ВС при полете с несимметричной тягой.
16. Взаимосвязь боковой устойчивости и управляемости ВС. Требования НЛГС к характеристикам боковой управляемости ВС ГА.
17. Влияние аэродинамической компоновки, конфигурации и центровки ВС, режимов полета и работы двигателей, высоты, скорости и числа М полета, жесткости элементов конструкции ВС на характеристики устойчивости и управляемости ВС.
18. Границы боковой устойчивости и управляемости ВС при движении по ВПП.
19. Предельно-допустимые скорости бокового ветра при взлете и посадке.
20. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.

Типовые расчетные задачи

1. Определить скорость несжимаемого воздушного потока, если давление торможения равно 99500 Па, а статическое давление равно 97000 Па при температуре воздуха 12 °С.
2. Найти аэродинамические коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы, если коэффициент полной аэродинамической силы равен 0,5, аэродинамическое качество профиля 25.
3. Какое различие будет в максимальных скоростях полета самолета в зимний период при температуре -35 0С и летом при температуре + 35 0С, если максимальное допустимое число Маха для данного самолета равно 0,75?
4. При каких числах Маха будет совершаться полет самолета со скоростью 1050 км/ч на высотах 5 и 9 км?
5. При выполнении полета самолета на высоте 3 км измеренные величины давления и температуры за бортом составили: $P = 500$ мм.рт.ст. и $t = 0$ 0С. Определите эквивалентную высоту полета.

6. Самолет летит на высоте 5 км. Измерение полного давления с помощью насадки Пито дает величину давления 91192 Па (давление заторможенного потока). С какой скоростью выполняется полет и насколько ее надо увеличить, чтобы лететь со скоростью звука на данной высоте?

7. Самолет летит на высоте 8 км. Показания насадка полного давления $P_{нас}=47,34$ кПа. Внешние условия стандартные. Определить скорость V и число Маха полета.

Типовые ситуационные задачи

Задача 1.

1. По исходным данным таблицы 1 рассчитайте аэродинамическое качество заданного профиля и постройте графики $C_x = f(\alpha)$, $C_y = f(\alpha)$, $C_y = f(C_x)$, $K = f(\alpha)$.

2. По графикам определите следующие значения: $C_{y_{max}}$, $C_{x_{min}}$, K_{max} , α_0 , $\alpha_{кр}$, $\alpha_{нв}$, свой ответ обоснуйте. Отметьте все возможные точки на графике полярны, сделав для этого необходимые построения.

3. Сделайте вывод о симметричности заданного профиля.

Таблица 1.

Профиль НАСА 2213			Профиль НАСА 2315		
Угол атаки α	C_y	C_x	Угол атаки α	C_y	C_x
-4	-0,181	0,0120	-4	-0,19	0,013
-2	-0,012	0,0090	-2	-0,01	0,010
0	0,136	0,0091	0	0,13	0,011
2	0,298	0,0142	2	0,30	0,014
4	0,44	0,0204	4	0,42	0,020
6	0,597	0,0300	6	0,58	0,030
8	0,740	0,0420	8	0,72	0,040
10	0,890	0,0560	10	0,86	0,054
12	1,030	0,0731	12	1,15	0,090
16	1,313	0,1145	16	1,44	0,134
18	1,460	0,1410	18	1,53	0,162
20	1,554	0,1710	20	1,54	0,177
22	1,410	0,2460	22	1,44	0,230
Профиль НАСА 0009			Профиль НАСА 2315		
Угол атаки α	C_y	C_x	Угол атаки α	C_y	C_x
-6	-0,45	0,020	-12	-0,572	0,0948
-4	-0,30	0,014	-8	-0,388	0,0254
-2	-0,16	0,0085	-2	0,000	0,0116
0	0,00	0,0064	0	0,130	0,0126
2	0,16	0,0085	2	0,266	0,0162
4	0,30	0,014	4	0,400	0,0226
6	0,45	0,020	8	0,656	0,0428

8	0,60	0,032	10	0,792	0,0592
10	0,74	0,042	12	0,924	0,0768
12	1,05	0,077	16	1,166	0,1176
16	1,09	0,098	18	1,258	0,1462
18	1,030	0,140	20	1,280	0,1800
20	1,17	0,162	22	1,240	0,2386

Задача 2.

1. Ознакомьтесь с чертежом крыла (рис. 1), выполненном в масштабе 1:400 к крылу реального ЛА.

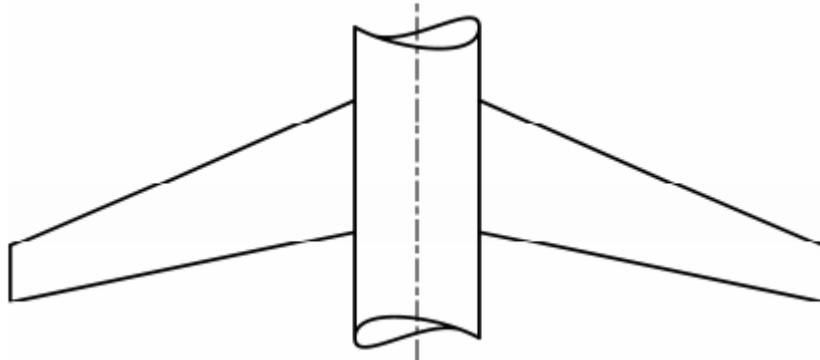


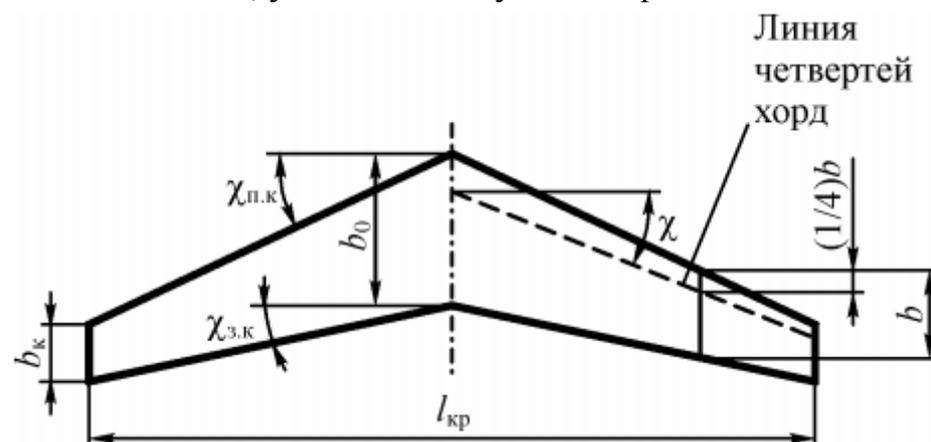
Рис. 1. Крыло самолета

2. Перечертите заданное крыло в тетрадь в масштабе 1:1.

3. Поставьте размерные линии для следующих геометрических характеристик: размах крыла, корневая хорда, концевая хорда, средняя геометрическая хорда, углы стреловидности по передней и задней кромкам и по линии четвертей хорд.

4. Пользуясь масштабом, определите геометрические характеристики реального крыла и поставьте размеры на чертеже.

5. Определите площадь, удлинение и сужение крыла.



10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений

и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, решения расчетных и ситуационных задач.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к устному опросу; решению расчетных и ситуационных задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета во втором семестре и в виде зачета с оценкой в третьем семестре. К моменту сдачи зачета / зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности: 25.03.03 «Аэронавигация», направление подготовки: «Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №14 «Аэродинамики и динамики полёта»

« ____ » _____ 2023 года, протокол № _____

Разработчики:

к.т.н., доцент

Баранов Н.Е.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

к.т.н., доцент

Анискевич Ю.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полёта»

к.т.н., доцент

Баранов Н. Е.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н.,

Лобарь С.Г.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « ____ » _____ 2023 года, протокол № _____