

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Динамика полета
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра аэрофизики и летательных аппаратов
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: С.Г. Баженов, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры аэрофизики и летательных аппаратов 04.06.2020

Аннотация

Динамика полёта — область науки, изучающая законы движения летательных аппаратов (ЛА) тяжелее воздуха, под действием внешних сил и моментов. В настоящее время условно принято считать, что динамика полёта включает три основных раздела: Аэродинамический расчёт ЛА; Динамика полёта ЛА; Устойчивость и управляемость ЛА.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- передать студентам знания по основам динамики полета, дисциплины, лежащей на стыке теоретической механики, механики полета, аэродинамики, теории автоматического управления и эргономики. Курс содержит теоретические основы динамики полета и систем управления, сведения о методах и средствах расчетных и прикладных исследований, описание математических моделей движения самолетов, сведения об атмосферных факторах, элементах систем управления, моделях системы «самолет-летчик».

Задачи дисциплины

формирование у студентов базовых знаний в области динамики полета;
приобретение теоретических знаний в области методов исследования и математических моделей движения самолета и систем управления;
оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области динамики полета.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

фундаментальные понятия физики полета;
основы математического описания динамики самолета, включая уравнения движения, силы и моменты, модели атмосферы;
предназначение основных аэродинамических поверхностей самолета;
порядки численных величин, характерные для динамики полета;
базовые понятия балансировки, устойчивости и управляемости самолета;
подход к построению и основные системы комплекса управления самолетом;
архитектуру, функции и алгоритмы системы ручного управления самолетом, ее влияние на устойчивость и управляемость самолета;
составные части системы ручного управления самолетом;
физические основы особых режимов полета.

уметь:

абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
производить численные оценки по порядку величины;
делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
видеть в технических задачах физическое содержание;
осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
рассчитывать основные характеристики балансировки, устойчивости, управляемости самолета и понимать их физический смысл;
формировать рекомендации к построению и алгоритмическому наполнению системы управления;
эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

навыками освоения большого объема информации;
навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
культурой постановки и моделирования задач динамики полета;
практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
навыками теоретического анализа реальных задач динамики полета.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение. Системы координат.	2			2
2	Уравнения движения самолета.	2			2
3	Силы и моменты, действующие на самолет.	2			2
4	Модель атмосферы и атмосферных явлений.	2			
5	Основные органы управления и механизации самолета.	2			
6	Анализ уравнений движения самолета. Разделение движения на продольное и боковое.	2			
7	Линеаризация уравнений движения. Методы анализа линейных систем.	2			
8	Продольное движение самолета. Балансировка самолета в продольном движении – установившиеся режимы.	2			
9	Линеаризация продольного движения. Разделение продольного движения на короткопериодическое и длиннопериодическое движения.	2			2
10	Устойчивость продольного движения. Понятие фокуса.	2			

11	Зависимость собственной частоты и демпфирования от высоты и скорости полета. Влияние на положение фокуса различных факторов.	2			2
12	Устойчивость самолета по скорости. Влияние изменения высоты на устойчивость фугоидного движения.	2			2
13	Боковое движение самолета. Линеаризация уравнений бокового движения.	2			
14	Разделение бокового движения на движение крена и рыскания. Изолированное движение рыскания. Влияние параметров самолета на характеристики путевой устойчивости.	2			
15	Изолированное движение крена. Влияние параметров самолета на характеристики поперечной устойчивости. Спиральное движение.	2			3
16	Влияние движения крена на движение рыскания. Роль скольжения и весовой составляющей. Движение типа «Голландский шаг».		2		
17	Влияние движения рыскания на движение крена. Критерий 2. Явления «раскачки» и обратной реакции по крену.		2		
18	Потеря устойчивости в боковом канале на больших углах атаки.		2		
19	Автоматизация движения самолета. Современные тенденции. Иерархическое построение комплекса управления самолетом.		2		3
20	Понятие об управляемости самолета. Основные характеристики управляемости.		2		3
21	Летчик как элемент системы управления. Восприятие летчиком угловых скоростей и перегрузок.		2		3
22	Общая структура системы управления. Датчики углового положения, угловых скоростей и перегрузок. Структура вычислительной части.		2		3
23	Структура силовой системы управления. Гидромеханический и электрогидравлический приводы.		2		
24	Демпфер тангажа. Автомат продольной устойчивости (АПУ).		2		
25	Понятие об интегральной системе управления. Ограничители параметров движения.		2		
26	Демпферы крена и рыскания.		2		
27	Формы взаимодействия бокового и продольного движения. Кинематическое, аэродинамическое и инерционное взаимодействие.		2		3
28	Особые режимы полета. Понятие о сваливании самолета.		2		
29	Элементарная теория штопора.		2		

30	Понятие об инерционном вращении.		2		
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение. Системы координат.

Ознакомление со структурой и содержанием курса. Основные системы координат, используемые для описания движения самолета, а также сил и моментов, действующих на самолет.

2. Уравнения движения самолета.

Вывод уравнений движения самолета. Уравнения сил и моментов, уравнения Эйлера, траекторные уравнения. Тензор инерции самолета.

3. Силы и моменты, действующие на самолет.

Сила тяжести. Силы и моменты от двигателя. Аэродинамические силы и моменты. Средняя аэродинамическая хорда. Описание аэродинамических сил и моментов с помощью безразмерных коэффициентов. Гипотеза квазистационарности, декомпозиция и линеаризация.

4. Модель атмосферы и атмосферных явлений.

Строение атмосферы. Международная стандартная атмосфера. Глобальная циркуляция атмосферы, доминирующие ветры. Атмосферные явления – тайфуны, атмосферные фронты, виды облаков, осадки, обледенение, турбулентность, спутный след, вулканический пепел.

5. Основные органы управления и механизации самолета.

Расположение и функции стабилизатора, руля высоты, элеронов, руля направления, интерцепторов, воздушных тормозов, закрылков, предкрылков, ПГО, флаперонов и элевонов.

6. Анализ уравнений движения самолета. Разделение движения на продольное и боковое.

Структура и состав системы уравнений, описывающих движение самолета. Вид аэродинамических характеристик и структура тензора инерции вследствие наличия у самолета плоскости симметрии. Векторы состояния и управления для продольного и бокового движений.

7. Линеаризация уравнений движения. Методы анализа линейных систем.

Линеаризация уравнений движения относительно установившегося горизонтального полета. Алгебраические, матричные, операторные и частотные методы исследования линейных систем. Понятие передаточной функции, запасов по амплитуде и фазе.

8. Продольное движение самолета. Балансировка самолета в продольном движении – установившиеся режимы.

Установившиеся режимы движения самолета – горизонтальный полет, набор высоты, снижение, вираж, полет с постоянной перегрузкой. Условия, при которых режим может считаться установившимся. Равенство сил. Органы моментной балансировки и зависимость балансирующего отклонения от скорости и высоты полета.

9. Линеаризация продольного движения. Разделение продольного движения на короткопериодическое и длиннопериодическое движения.

Линеаризация продольного движения. Расположение корней характеристического уравнения. Физический смысл короткопериодического и фугоидного движений.

10. Устойчивость продольного движения. Понятие фокуса.

Вывод уравнений продольного короткопериодического движения самолета. Анализ их структуры и сведение к уравнению колебательного звена. Структура сил и моментов при возмущении по углу атаки. Понятие фокуса. Статическая устойчивость и устойчивость по перегрузке. Демпфирование короткопериодического движения.

11. Зависимость собственной частоты и демпфирования от высоты и скорости полета. Влияние на положение фокуса различных факторов.

Зависимость собственной частоты и демпфирования от высоты и скорости полета. Влияние на положение фокуса горизонтального оперения, числа Маха, фюзеляжа, стреловидности крыла. Факторы, влияющие на демпфирование короткопериодического движения.

12. Устойчивость самолета по скорости. Влияние изменения высоты на устойчивость фугоидного движения.

Уравнения длиннопериодического движения. Силовая и моментная устойчивость самолета по скорости. Запас устойчивости по скорости. Область «вторых» режимов. Влияние изменения высоты на длиннопериодическое движение.

13. Боковое движение самолета. Линеаризация уравнений бокового движения.

Структура и состав системы уравнений, описывающих боковое движение. Влияние перекрестного момента инерции и приведение системы к каноническому виду. Линеаризация уравнений бокового движения. Расположение корней характеристического уравнения бокового движения самолета.

14. Разделение бокового движения на движение крена и рыскания. Изолированное движение рыскания. Влияние параметров самолета на характеристики путевой устойчивости.

Условия разделимости движений крена и рыскания. Понятия путевой и поперечной устойчивости.

Вывод уравнений изолированного движения рыскания. Анализ их структуры и сведение к уравнению колебательного звена. Влияние на собственную частоту и демпфирование движения рыскания высоты и скорости полета, а также вертикального оперения, двигателя и упругости конструкции.

15. Изолированное движение крена. Влияние параметров самолета на характеристики поперечной устойчивости. Спиральное движение.

Вывод уравнений изолированного движения крена. Анализ их структуры. Зависимость корня крена от высоты и скорости полета. Влияние на устойчивость движения крена угла атаки. Вывод возмущения спирального корня при учете поперечной устойчивости и весовой составляющей.

16. Влияние движения крена на движение рыскания. Роль скольжения и весовой составляющей. Движение типа «Голландский шаг».

Роль поперечной устойчивости и весовой составляющей при анализе колебательного бокового движения. Зависимость поперечной устойчивости от вертикального оперения, V-образности крыла, расположения крыла по высоте, стреловидности крыла. Структура движения «голландский шаг».

17. Влияние движения рыскания на движение крена. Критерий 2. Явления «раскачки» и обратной реакции по крену.

Структура передаточной функции от элеронов к углу крена. Параметр, определяющий влияние движения рыскания на движение крена. Соотношение моментов крена от элеронов и скольжения при разных значениях параметра 2. Явления «раскачки» и обратной реакции по крену и их причины. Физический смысл движения при $2=1$.

18. Потеря устойчивости в боковом канале на больших углах атаки.

Влияние на движение крена эффективности элеронов по рысканию. Возможные формы потери устойчивости в боковом канале на больших углах атаки. Использование перекрестной связи для развязки движений крена и рыскания.

19. Автоматизация движения самолета. Современные тенденции. Иерархическое построение комплекса управления самолетом.

Факторы, определяющие необходимость автоматизации управления самолетом. Структура комплекса управления самолетом, основные системы и их функции. Вычислительная система самолетовождения (ВСС), автопилот (АП), автомат тяги (АТ), система штурвального управления (СШУ). Взаимодействие летчика с комплексом управления самолетом.

20. Понятие об управляемости самолета. Основные характеристики управляемости.

Понятие об управляемости самолета. Задача компенсаторного слежения. Частотная характеристика разомкнутой системы и оптимальное для управления звено. Многоконтурная задача. Структура передаточной функции летчика. Статические параметры управляемости. Субъективные оценки и шкала Купера-Харпера. Области хороших оценок в координатах собственная частота – демпфирование.

21. Летчик как элемент системы управления. Восприятие летчиком угловых скоростей и перегрузок.

Представление модели действий летчика в виде системы управления. Зрительный, акселерационный и кинестетический каналы восприятия информации. Центральная нервная и периферийная нервно-мышечная (психомоторная) системы. Структура внутреннего уха и слухового пятна. Мышечное веретено и сухожилие Голди.

22. Общая структура системы управления. Датчики углового положения, угловых скоростей и перегрузок. Структура вычислительной части.

Общая структура системы управления. Информационная, вычислительная и исполнительная части. Система связей. Свободный, скоростной и лазерный гироскопы. Акселерометр. Определение перегрузки. Влияние на измерение перегрузки угловых скоростей и ускорений. Современные тенденции построения вычислительной части.

23. Структура силовой системы управления. Гидромеханический и электрогидравлический приводы.

Виды исполнительных элементов (действие, питание, управление). Принципиальная схема гидромеханического и электрогидравлического приводов, их математические модели. Нелинейности в исполнительных элементах. Принципиальная схема отклонения стабилизатора системой приводов вращательного действия (схема «винт-гайка»).

24. Демпфер тангажа. Автомат продольной устойчивости (АПУ).

Необходимость использования и закон управления демпфера тангажа. Корневой годограф замкнутой системы. Влияние демпфера тангажа на собственную частоту и демпфирование самолета. Влияние привода на эффективность демпфера тангажа. Необходимость использования и закон управления автоматом продольной устойчивости (АПУ). Корневой годограф замкнутой системы с АПУ. Влияние АПУ на собственную частоту и демпфирование самолета.

25. Понятие об интегральной системе управления. Ограничители параметров движения.

Принципы интегральной системы управления. Обеспечение заданных статических характеристик. Автобалансировка. Ограничение угла атаки, нормальной перегрузки, скорости и числа Маха.

26. Демпферы крена и рыскания.

Необходимость использования и закон управления демпфера крена. Корневой годограф замкнутой системы. Необходимость использования и закон управления демпфера рыскания. Корневой годограф замкнутой системы. Влияние угла атаки на эффективность демпфера рыскания.

27. Формы взаимодействия бокового и продольного движения. Кинематическое, аэродинамическое и инерционное взаимодействие.

Изменение проекций скорости на оси связанной системы координат при произвольном вращении самолета как суть кинематического взаимодействия. Физические основы и примеры аэродинамического и инерционного взаимодействия. Зависимость инерционных моментов от углов атаки и скольжения. Гироскопическое взаимодействие.

28. Особые режимы полета. Понятие о сваливании самолета.

Физические причины и формы сваливания. Влияние свойств отрывного обтекания на характеристики сваливания. Скорость сваливания.

29. Элементарная теория штопора.

Механизм попадания самолета в штопор. Суть и виды штопора. Равновесие сил и моментов в установившемся штопоре. Петля самовращения, влияние угла скольжения. Скорость и радиус штопора. Вывод самолета из штопора. Понятие об инерционном вращении.

30. Понятие об инерционном вращении.

Изменение эквивалентных запасов устойчивости и балансировочные характеристики при наличии вращения самолета. Структура статической зависимости угловой скорости от отклонения элеронов при положительном и отрицательном углах атаки. Попадание в режим инерционного вращения и вывод из него.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Аэродинамика летательных аппаратов [Текст] : учебник для студ. вузов / Н. С. Аржаников, Г. С. Садекова .— М. : Высшая школа, 1983 .— 360 с.
2. Прямой вариационный метод в краевых задачах динамики полета [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Т. Таканенко, В. Г. Момджи .— М. : Машиностроение, 1986 .— 128 с.

Дополнительная литература

1. Теория автоматического управления [Текст] : в 2 т. : учеб. пособие для вузов : доп. М-вом образования Рос. Федерации. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д. П. Ким .— М. : Физматлит, 2004 .— 464 с.
2. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов [Текст] : учебник для вузов / И. В. Остославский, И. В. Стражева .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1969 .— 499 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, "Динамика полета" должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра аэрофизики и летательных аппаратов
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 7 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: С.Г. Баженов, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Динамика полета» обучающийся должен:

знать:

фундаментальные понятия физики полета;
основы математического описания динамики самолета, включая уравнения движения, силы и моменты, модели атмосферы;
предназначение основных аэродинамических поверхностей самолета;
порядки численных величин, характерные для динамики полета;
базовые понятия балансировки, устойчивости и управляемости самолета;
подход к построению и основные системы комплекса управления самолетом;
архитектуру, функции и алгоритмы системы ручного управления самолетом, ее влияние на устойчивость и управляемость самолета;
составные части системы ручного управления самолетом;
физические основы особых режимов полета.

уметь:

абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
производить численные оценки по порядку величины;
делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
видеть в технических задачах физическое содержание;
осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
рассчитывать основные характеристики балансировки, устойчивости, управляемости самолета и понимать их физический смысл;
формировать рекомендации к построению и алгоритмическому наполнению системы управления;
эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

навыками освоения большого объема информации;
навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
культурой постановки и моделирования задач динамики полета;
практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
навыками теоретического анализа реальных задач динамики полета.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Потеря устойчивости в боковом канале на больших углах атаки.
2. Автоматизация движения самолета.
3. Современные тенденции.
4. Иерархическое построение комплекса управления самолетом.
5. Понятие об управляемости самолета.
6. Основные характеристики управляемости.
7. Летчик как элемент системы управления.
8. Восприятие летчиком угловых скоростей и перегрузок.
9. Общая структура системы управления.
10. Датчики углового положения, угловых скоростей и перегрузок.
11. Структура вычислительной части.
12. Структура силовой системы управления.
13. Гидромеханический и электрогидравлический приводы.
14. Демпфер тангажа.
15. Автомат продольной устойчивости (АПУ).
16. Понятие об интегральной системе управления.
17. Ограничители параметров движения.
18. Формы взаимодействия бокового и продольного движения.
19. Кинематическое, аэродинамическое и инерционное взаимодействие.
20. Особые режимы полета.
21. Понятие о сваливании самолета.
22. Элементарная теория штопора.
23. Понятие об инерционном вращении.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Системы координат. Уравнения движения самолета.
2. Силы и моменты, действующие на самолет.
3. Модель атмосферы и атмосферных явлений.
4. Основные органы управления и механизации самолета.
5. Анализ уравнений движения самолета.
6. Разделение движения на продольное и боковое.
7. Линеаризация уравнений движения.
8. Методы анализа линейных систем.
9. Продольное движение самолета.
10. Балансировка самолета в продольном движении.
11. Линеаризация продольного движения.
12. Разделение продольного движения на короткопериодическое и длиннопериодическое движения.
13. Устойчивость продольного движения. Понятие фокуса.
14. Зависимость собственной частоты и демпфирования от высоты и скорости полета.
15. Влияние на положение фокуса различных факторов.
16. Устойчивость самолета по скорости.
17. Влияние изменения высоты на устойчивость фугоидного движения.
18. Боковое движение самолета.
19. Линеаризация уравнений бокового движения.
20. Разделение бокового движения на движение крена и рыскания.
21. Изолированное движение рыскания.
22. Влияние параметров самолета на характеристики путевой устойчивости.
23. Изолированное движение крена.
24. Влияние параметров самолета на характеристики поперечной устойчивости. Спиральное движение.
25. Влияние движения рыскания на движение крена.

26. Явления «раскачки» и обратной реакции по крену, лишние движения крена на движение рыскания.

27. Роль скольжения и весовой составляющей. Движение типа «Голландский шаг».

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.