

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Актуализировано 24 ДЕК 2018

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Проректор МАИ  Д.А.Козорез

Козорез Д.А.
“ 30 “ 08 20 18

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000095267)

Динамика полета

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Специальность 24.05.03 Испытание летательных аппаратов

Квалификация выпускника Инженер

Специализация подготовки Летные испытания пилотируемых авиационных и воздушно-космических летательных аппаратов

Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра A11

Обеспечивающая кафедра A11

Кафедра-разработчик рабочей программы A11

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточного контроля
5	4	144	20	10	8	0	106	0	Зо
6	4	144	18	10	8	0	72	36	Э
7	5	180	20	10	8	0	106	36	Э

Москва
2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по специальности 24.05.03 Испытание летательных аппаратов

Авторы программы:

Торопов В.А.



Заведующий обеспечивающей кафедрой А11


_____ Балык О.А.

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой А11


_____ Балык О.А.

Директор выпускающего филиала «Взлет»


_____ Жиделев А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Динамика полета является достижение следующих результатов освоения(РО):

№	Шифр	Результат освоения
1	У-1 (ОПК-2)	Уметь выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию
2	У-2 (ОПК-2)	Уметь представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики для использования при решении инженерных задач
3	З-1 (ОПК-4)	Знать и уметь выбирать расчетные методы для рассматриваемых конструкций;
4	З-9(ОПК-4)	Знать принципы построения САУ, основные законы регулирования и виды автоматического управления
5	З-1(ПК-4)	Знать виды испытательного оборудования

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ОПК-2	Готовность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики для использования при решении инженерных задач
2	ОПК-4	Готовность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в профессиональной деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)
3	ПК-4	Готовность участвовать в модернизации испытательного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Динамика полета является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

№	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Теория оптимизации и численные методы	Химия
2	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Итоговая гос. аттестация
3	Дифференциальные уравнения	Метрология и стандартизация
4	Теория вероятностей и математическая статистика	Термодинамика и теплопередача
5	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление	Гидродинамика (Прикладная газодинамика)
6	Инженерная графика	Летные испытания самолетов
7	Математический анализ	Авиационная эргономика
8	Вычислительная математика	Надежность и техническая диагностика
9	Физика	База и средства испытания летательного аппарата
10	Сопротивление материалов	Производственная практика II и научно-

		исследовательская работа
11	Детали машин	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных(ые) единиц(ы), 468 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекци и	Практи ч. занятия	Лаборат . работы	КС Р	СР С	Всего часов	Всего с экзамена ми и курсовы ми
Динамика полета 1	Динамика полета 1	20	10	8	0	106	144	144
Динамика полета 2	Динамика полета 2	18	10	8	0	72	108	144
Динамика полета 3	Динамика полета 3	20	10	8	0	76	114	180
Всего		58	30	24	0	254	366	468

3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.

- 1. Введение.
- 2. Силы, действующие на самолет.
- 3. Уравнение движения центра масс самолета.
- 4. Движение самолета по прямолинейным траекториям.
- 5. Движение самолета по криволинейным траекториям.
- 6. Дальность и продолжительность полета с ТРД.
- 7. Взлет и посадка самолетов.
- 8. Введение в устойчивость и управляемость самолета.
- 9. Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета.
- 10. Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета.
- 11. Динамические свойства самолета в продольном движении
- 12. Динамические свойства самолета в боковом движении.
- 13. Взаимодействие продольного и бокового движений.
- 14. Сваливание и штопор самолета.

3.2.Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1.Динамика полета 1	4	Предмет изучаемой дисциплины. История ее развития и связи с другими областями знаний.	1
2	1.1.Динамика полета 1	4	Силы, действующие на самолет, их коэффициенты.	2
3	1.1.Динамика полета 1	4	Уравнение движения центра масс самолета. Решение уравнений движения.	3
4	1.1.Динамика полета 1	4	Движение самолета по прямолинейным траекториям. Характеристики различных режимов полета.	4
5	1.1.Динамика полета 1	2	Движение самолета по криволинейным траекториям: в плоскости, пространственное.	5
6	1.1.Динамика полета 1	2	Взлет и посадка самолетов.	7

7	2.1.Динамика полета 2	6	Дальность и продолжительность полета	6
8	2.1.Динамика полета 2	4	Введение в устойчивость и управляемость самолета.	8
9	2.1.Динамика полета 2	4	Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета.	9
10	2.1.Динамика полета 2	4	Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета.	10
11	3.1.Динамика полета 3	6	Динамические свойства самолета в продольном движении	11
12	3.1.Динамика полета 3	6	Динамические свойства самолета в боковом движении	12
13	3.1.Динамика полета 3	4	Взаимодействие продольного и бокового движений.	13
14	3.1.Динамика полета 3	4	Сваливание и штопор самолета	14
Итого:		58		

3.3.Содержание лекций.

1.1.1. Предмет изучаемой дисциплины. История ее развития и связи с другими областями знаний. (А3: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Уравнения движения Мещерского. Исходные данные

1.1.2. Силы, действующие на самолет, их коэффициенты. (А3: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Системы координат

1.1.3. Уравнение движения центра масс самолета. Решение уравнений движения. (А3: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Выбор систем координат. Проекция ускорений и сил на оси координат. Уравнения движения ЛА в силах. Уравнения движения ЛА в перегрузках. Методы численного решения уравнений движения. Энергетическая форма уравнений движения.

1.1.4. Движение самолета по прямолинейным траекториям. Характеристики различных режимов полета. (А3: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Уравнения движения и их интегрирование. Лобовое сопротивление в прямолинейном горизонтальном полете. Кривые потребных и располагаемых тяг (кривые Жуковского Н.Е.). Установившийся прямолинейный горизонтальный полет. Первые и вторые режимы полет. Характеристики разгонов и торможений. Диапазон высот с скоростями горизонтального установившегося полета и ограничения допустимых режимов полета. Прямолинейный полет по наклонным траекториям, уравнения и условия движения, полярная диаграмма скоростей, скороподъемность, снижение, планирование, пикирование, расчет параметров полета

1.1.5. Движение самолета по криволинейным траекториям: в плоскости, пространственное. (А3: 2, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Криволинейное движение в вертикальной плоскости, уравнения движения, анализ кривизны траектории, расчет траектории движения и типовые маневры.

Криволинейный полет в горизонтальной плоскости, уравнения движения, расчет траектории движения. Кинематические характеристики и границы неустановившихся и установившихся виражей. Пространственное движение самолета, его общая характеристика, расчет пространственной траектории и типовые маневры.

Маневрирование самолета, кинематически связанного с воздушной целью, кинематические уравнения и основные методы сближения.

1.1.6. Взлет и посадка самолетов. (АЗ: 2, СРС: 10)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Взлет с разбегом, этапы взлета, действующие силы, уравнения движения, длина разбега, влияние различных факторов на разбег. Разгон с набором высоты, взлетная дистанция. Посадка с пробегом. Этапы посадки, длина пробега и влияние на нее различных факторов. Средства уменьшения длины разбега.

2.1.1. Дальность и продолжительность полета (АЗ: 6, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Анализ километровых и часовых расходов топлива. Расчет километрового и часового расходов топлива. Полет по потолкам и его расчет. Дальность полета, влияние условий эксплуатации и расчет дальности.

2.1.2. Введение в устойчивость и управляемость самолета. (АЗ: 4, СРС: 10)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Определение понятий «устойчивость» и «управляемость». Классификация самолетов с точки зрения их устойчивости и управляемости. Области полета (основная эксплуатационная, эксплуатационная и предельная). Категории этапов полета с позиций требования к управлению самолетом. Уровни характеристик устойчивости и управляемости. Параметры, характеризующие положение и движение самолета в полете. Органы управления самолетом и системы управления ЛА. Системы координат, применяемые в анализе устойчивости и управляемости ЛА. Правило знаков. Уравнения движения ЛА как твердого тела и их линеаризация. Направляющие косинусы. Разделение видов движения ЛА.

2.1.3. Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета. (АЗ: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Продольное равновесие и балансировка самолета - основные понятия. Продольный статический момент (продольные моменты, действующие на самолет). Статическая устойчивость по углу атаки и влияние на нее различных факторов. Моментные и балансировочные диаграммы. Статическая балансировка при постоянном числе M и в установившемся прямолинейном полете. Статическая устойчивость самолета по скорости. Особенности устойчивости по скорости в трансзвуковом диапазоне скоростей. Зависимость продольной балансировки от различных факторов (конструктивно-компоновочных, аэродинамических, эксплуатационных). Шарнирный момент и его связь с усилиями в тягах и на рычагах управления.

2.1.4. Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета. (АЗ: 4, СРС: 16)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Боковые силы и моменты. Боковое равновесие и балансировка самолета.

Боковая балансировка в прямолинейном полете, балансировочные диаграммы. Усилия на рычагах управления. Статические характеристики боковой управляемости. Боковая статическая устойчивость и влияние на нее различных факторов.

Посадка с боковым ветром. Особый случай полета - балансировка при несимметричной тяге. Балансировка при массовой несимметрии.

3.1.1. Динамические свойства самолета в продольном движении (АЗ: 6, СРС: 10)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Математические методы исследования возмущенного движения самолета. Уравнения продольного движения и их линеаризация. Типовые управляющие воздействия. Короткопериодическое («малое») и длиннопериодическое («большое») движение. Дополнительные аэродинамические продольные моменты. Демпфирующий момент тангажа. Момент тангажа от запаздывания скоса потока. Динамические свойства самолета в «малом» движении. Переходные функции. Взаимосвязь переходных характеристик и балансировочных диаграмм в продольном движении. Балансировка и управляемость в продольном криволинейном движении. Степень продольной устойчивости самолета с учетом демпфирования. Нейтральная центровка. Определение нейтральной центровки по результатам эксперимента.

Влияние различных факторов на динамические характеристики продольного движения. Улучшение динамических свойств самолета средствами автоматики. Демпфер тангажа. Автомат продольной устойчивости.

Динамические свойства самолета в «большом» движении. Скоростной подхват. Автомат устойчивости по скорости (автомат балансировки).

3.1.2. Динамические свойства самолета в боковом движении (АЗ: 6, СРС: 10)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Уравнения бокового движения и их линеаризация. Дополнительные аэродинамические боковые моменты. Демпфирующий момент крена. Спиральный момент крена. Демпфирующий момент рыскания. Спиральный момент рыскания. Изолированное движение крена. Балансировочные зависимости при вращении по крену. Переходные функции в изолированном движении рыскания и в изолированном движении крена. Круговая частота колебаний угла скольжения и относительное демпфирование движения рыскания. Коэффициент динамической устойчивости самолета (степень устойчивости) в боковом движении. Влияние различных факторов на динамические характеристики бокового движения.

Улучшение динамических свойств самолета в боковом канале средствами автоматики. Демпферы крена и рыскания. Автомат путевой устойчивости. Автомат перекрестной связи органов управления по крену и рысканию.

3.1.3. Взаимодействие продольного и бокового движений. (АЗ: 4, СРС: 10)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Взаимодействие продольного и бокового движений самолета. (Пространственное движение самолета) Причины взаимного влияния продольного и бокового движений. Кинематические, аэродинамические и инерционные перекрестные связи. Действие гироскопического момента роторов силовой установки.

Действие инерционных моментов при вращении ЛА. Критические скорости вращения по крену. Аэроинерционное самовращение (Аэродинамический резонанс).

3.1.4. Сваливание и штопор самолета (АЗ: 4, СРС: 12)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция, мастер-класс

Описание: Сваливание. Виды сваливания и их физические причины. Обоснование действий летчика при выводе самолета из режима сваливания.

Штопор. Виды штопора. Физические причины возникновения штопора. Обоснование действий летчика при выводе самолета из штопора. Методы вывода из штопора

3.4. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.1. Динамика полета 1	6	Движение самолета по прямолинейным и криволинейным траекториям.	4, 5
2	1.1. Динамика полета 1	4	Взлет и посадка самолета.	7
3	2.1. Динамика полета 2	4	Дальность и продолжительность полета самолета с ТРД.	6
4	2.1. Динамика полета 2	2	Оптимальный набор высоты и скорости.	8
5	2.1. Динамика полета 2	2	Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета.	9
6	2.1. Динамика полета 2	2	Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета	10
7	3.1. Динамика полета 3	4	Динамические свойства самолета в продольном движении.	11
8	3.1. Динамика полета 3	4	Динамические свойства самолета в боковом движении.	12
9	3.1. Динамика полета 3	2	Сваливание и штопор самолета.	14
Итого:		30		

3.5. Содержание практических занятий

1.1.1. Движение самолета по прямолинейным и криволинейным траекториям. (АЗ: 6, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.1.2. Взлет и посадка самолета. (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

2.1.1. Дальность и продолжительность полета самолета с ТРД. (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

2.1.2. Оптимальный набор высоты и скорости. (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

2.1.3. Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета. (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

2.1.4. Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета (АЗ: 2, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

3.1.1. Динамические свойства самолета в продольном движении. (АЗ: 4, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

3.1.2. Динамические свойства самолета в боковом движении. (АЗ: 4, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

3.1.3. Сваливание и штопор самолета. (АЗ: 2, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

3.6.Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем, часов	Дидакт. единицы
1	1.1.Динамика полета 1	Расчет и анализ зависимости потребных и располагаемых тяг от числа Маха и высоты полета.	4	1, 2, 3, 4, 5, 7
2	1.1.Динамика полета 1	Расчет и анализ характеристик набора высоты, снижения самолета, крейсерского полета	4	7
3	2.1.Динамика полета 2	Расчет дальности и продолжительности полета самолета с ТРД	4	6
4	2.1.Динамика полета 2	Расчет продольнаяи боковой статической устойчивости и управляемости самолета	4	9, 10
5	3.1.Динамика полета 3	Исследование продольного и бокового возмущенного движения самолета.	8	11, 12, 13
Итого:			24	

3.7.Содержание лабораторных работ

1.1.1. Расчет и анализ зависимости потребных и располагаемых тяг от числа Маха и высоты полета. (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Лабораторная работа

1.1.2. Расчет и анализ характеристик набора высоты, снижения самолета, крейсерского полета (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Лабораторная работа

2.1.1. Расчет дальности и продолжительности полета самолета с ТРД (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

2.1.2. Расчет продольнаяи боковой статической устойчивости и управляемости самолета (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

3.1.1. Исследование продольного и бокового возмущенного движения самолета. (АЗ: 8, СРС: 10)

Форма организации: Лабораторная работа

3.5.Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.1. Динамика полета

Тематика:

Трудоемкость(СРС): 30

3.6.Промежуточная аттестация

1. Зачет с оценкой (5 семестр)

Вопросы к зачету (5 семестр) приведены в прил. 2.2.

2. Экзамен (6 семестр)

Вопросы к экзамену (6 семестр) приведены в прил. 2.1.

3. Экзамен (7 семестр)

Вопросы к экзамену (6 семестр) приведены в прил. 2.1.

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине

2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел формируется на основании Положения о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденном приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г. (п. 5.4.1) и включает:

- 1) перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- 2) описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- 3) типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- 4) методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

5.1 Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-2	Готовность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики для использования при решении инженерных задач	Лекции, практические занятия, лабораторные работы
2	ОПК-4	Готовность использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики в профессиональной деятельности для решения инженерных задач проектирования (разработки, технологического обеспечения, обслуживания и т.п.)	Лекции, практические занятия, лабораторные работы
3	ПК-4	Готовность участвовать в модернизации испытательного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем	Лекции, практические занятия, лабораторные работы

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

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также описание шкал оценивания, в соответствии с видом контроля успеваемости обучающегося, сформулировано в п.п. 7.3...7.5.3 Положения о фонде оценочных

средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденном приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г.

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Формы оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Текущий контроль успеваемости</i>			
1.	Текущее тестирование	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или модуля дисциплины, организованное в виде письменного либо автоматизированного выполнения заданий, содержащих теоретические вопросы либо практические задания (задачи). Рекомендуются для оценки знаний и умений студентов.	Комплект контрольных тестов, заданий (прил. 2.2)
2.	Выполнение лабораторных работ	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или модуля дисциплины, организованное в виде проверки текущих результатов при выполнении лабораторной работы. Организуется в виде собеседования преподавателя с обучающимися. Рекомендуются для оценки умений и навыков студентов.	Перечень лабораторных работ (раздел 3)
3.	Защита лабораторных (с отчетом)	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося понимать суть поставленной задачи, самостоятельно выбирать методы анализа, применять стандартные методы достижения поставленной задачи, проводить критический анализ полученных результатов, технически грамотно излагать результаты работы. Рекомендуются для оценки умений и владений студентов.	Перечень лабораторных работ. (раздел 3)
4.	Практическое задание	Средство проверки умений применять полученные знания с использованием определенных методик для решения задач или заданий по учебному модулю или дисциплине в целом. Рекомендуются для оценки умений студентов.	Перечень практических заданий (раздел 3)
<i>Промежуточная аттестация</i>			
5.	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по учебной дисциплине. Рекомендуются для оценки знаний, умений и владений студентов.	Комплект вопросов для обсуждения к зачету (прил. 2.1)
6.	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по учебной дисциплине. Рекомендуются для оценки знаний, умений и владений студентов.	Комплект теоретических вопросов и практических

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
			заданий (билетов) к экзамену (прил. 2.1)

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в соответствии с видом контроля успеваемости обучающегося, могут быть выбраны из:

- п. 7.5 Положения о фонде оценочных средств в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», утвержденного приказом ректора № 334 от 24.04.2018 г.

- п. 2 Положения о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения по дисциплине, утвержденного приказом ректора № 42 от 04.02.2014 г.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

А.Ф. Бочкарев. Аэромеханика самолета. Издательство "Машиностроение", 1985

И.А. Нелюбов и др. динамика полета боевых летательных аппаратов. Издательство ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 1992 г.

Г.А. Бизин Расчет основных летно-технических характеристик самолета. Филиал "Взлет", 2002г.

Г.А. Бизин Аэродинамический расчет самолета. Филиал "Взлет", 2003 г.

А.Н. Тарасенков и др. динамика полета, часть 1. Издательство ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 1972г.

А.Н. Тарасенков и др. Динамика полета, часть II. Издательство ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 1974 г.

б) дополнительная литература:

Динамика бокового движения воздушных летательных аппаратов / А.В. Березуев [и др.]. - М. : МАИ, 2017. - 85 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с.83(10 назв.). - ISBN 978-5-4316-0417-1. <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/1960?idb=NewMAI2014>

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

№№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ)	http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web
2	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	http://biblio-online.ru ,

№№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
	ЭБС «Легендарные книги» ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	https://biblio-online.ru/catalog/legendary
3	Электронная библиотечная система «Лань» ООО «Издательство Лань»	e.lanbook.com
4	Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ООО «Научно-издательского центра ИНФРА-М»	http://znanium.com
5	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО «РУНЭБ»	http://elibrary.ru
6	Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
7	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
8	Система проверки на заимствования «РУКОНТ» ООО «Национальный цифровой ресурс «Руконт»	http://text.rucont.ru
9	НП НЭИКОН Некоммерческое партнерство «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	http://archive.neicon.ru
10	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	http://link.springer.com/
11	Международная система цитирования Web Of Science Правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	www.webofscience.com
12	Международная система цитирования Scopus Издательство Elsevier, обеспечение доступа ФГБУ «ГПНТБ России»	http://scopus.com

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение дисциплине проводится в форме аудиторных (лекции, практические занятия) и самостоятельных занятий. Цель аудиторных занятий – дать систематические знания по дисциплине и закрепить их с помощью и под контролем преподавателя во время практических занятий и лабораторных работ. Цель самостоятельной работы – получить более глубокие знания в ходе изучения литературы и других материалов по дисциплине, при выполнении домашних заданий и в процессе подготовки и оформления лабораторных работ.

Лекции. Опыт показывает, что студенты, слабо посещающие лекции, гораздо хуже разбираются в материале, испытывают затруднения при необходимости применить лекционный материал на практике, а на подготовку к экзаменам тратят гораздо больше времени. Следовательно, посещать лекции – в интересах студентов. Во время лекций полезно вести краткий конспект: во-первых, в работу включается моторная память, во-вторых, конспект даёт возможность быстро освежить материал, в-третьих, навык выбора и фиксации наиболее важных элементов лекции полезен, если профессия студента будет связана с созданием программных систем.

Лекция знакомит студента с новым учебным материалом, структурирует его представление о предмете, тем самым давая возможность эффективнее обогащать свои знания при самостоятельной работе. Лектор получает возможность поделиться опытом работы,

который нередко невозможно получить другим путём: далеко не всё, что знает специалист, можно найти в литературе.

Практические занятия. Работа на практических занятиях проводится в достаточно свободной обстановке, когда студенты имеют возможность выбирать разные пути решения задачи. Прежде чем воспользоваться помощью преподавателя, студенты обсуждают задачу между собой, используя при этом имеющийся теоретический материал. Нужно иметь в виду, что, пропуская занятия, студент ставит себя в сложное положение, вплоть до срыва сессии.

Подготовка к лекции. В силу специфики дисциплины темы лекций редко бывают изолированными или короткими, объёмом в одно занятие. Обычно текущая лекция в значительной мере опирается на предыдущий материал, особенно на последнюю лекцию. Так что знакомство с ней даст возможность гораздо эффективнее работать на занятиях.

Подготовка к практическим занятиям. На практических занятиях от студента требуется активная работа, которая без подготовки практически невозможна. Нужно, помимо знакомства с теоретическим материалом, выполнить работы, заданные на дом, уточнить методы решения рассматриваемых задач.

Подготовка к зачётам и экзаменам. Если студент в течение семестра посещал лекции, работал на практических занятиях, правильно готовился к занятиям дома, зачёт или экзамен становится для него технической процедурой, в ходе которой он сможет показать свой уровень. В противном случае ему придётся поработать достаточно серьёзно. Допуск к экзаменам получают лишь те студенты, которые полностью выполнили все задания. Поэтому, если нет уверенности, что все задания будут сданы в срок, лучше обратить на это внимание заранее.

Методические рекомендации к заданиям

При выполнении заданий необходимо определить: какими методами они решаются наиболее рациональным способом, просмотреть не только теоретический материал, но как решались аналогичные задания в ходе аудиторных занятий.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Специализированное программное обеспечение кафедры 106.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекции: аудитория, доска, мел.

2. Лабораторные работы: терминальный класс, оснащенный персональными компьютерами

Приложение 1
к рабочей программе дисциплины
«Динамика полета»

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Динамика полета является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.05.03 Испытание летательных аппаратов. Дисциплина реализуется на «Взлет» факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) А11.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-2 ,ОПК-4 ,ПК-4.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: знанием основ аэродинамики, механики и динамики; умением решать дифференциальные уравнения, применять методы линейной алгебры.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, мастер-класс, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (5 семестр) ,Экзамен (6 семестр) ,Экзамен (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 13 зачетных единиц, 468 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (58 часов), практические (30 часов), лабораторные (24 часов) занятия и (284 часов) самостоятельной работы студента.

Вопросы к экзамену

1. Определение понятий «устойчивость» и «управляемость».
2. Классификация самолетов с точки зрения их устойчивости и управляемости.
3. Области полета (основная эксплуатационная, эксплуатационная и предельная).
4. Категории этапов полета с позиций требования к управлению самолетом.
5. Уровни характеристик устойчивости и управляемости.
6. Параметры, характеризующие положение и движение самолета в полете.
7. Органы управления самолетом и системы управления ЛА.
8. Системы координат, применяемые в анализе устойчивости и управляемости ЛА.
9. Правило знаков.
10. Уравнения движения ЛА как твердого тела и их линеаризация.
11. Направляющие косинусы.
12. Разделение видов движения ЛА.
13. Продольная статическая устойчивость и управляемость самолета.
14. Продольное равновесие и балансировка самолета - основные понятия.
15. Продольный статический момент (продольные моменты, действующие на самолет).
16. Статическая устойчивость по углу атаки и влияние на нее различных факторов.
17. Моментные и балансировочные диаграммы.
18. Статическая балансировка при постоянном числе M и в установившемся прямолинейном полете.
19. Статическая устойчивость самолета по скорости.
20. Особенности устойчивости по скорости в трансзвуковом диапазоне скоростей.
21. Зависимость продольной балансировки от различных факторов (конструктивно-компоновочных, аэродинамических, эксплуатационных).
22. Шарнирный момент и его связь с усилиями в тягах и на рычагах управления.
23. Боковая статическая устойчивость и управляемость самолета.
24. Боковые силы и моменты.
25. Боковое равновесие и балансировка самолета.
26. Боковая балансировка в прямолинейном полете, балансировочные диаграммы.
27. Усилие на рычагах управления.
28. Статические характеристики боковой управляемости.
29. Боковая статическая устойчивость и влияние на нее различных факторов.
30. Посадка с боковым ветром.
31. Особый случай полета - балансировка при несимметричной тяге.
32. Балансировка при массовой несимметрии.
33. Динамические свойства самолета в продольном движении
34. Математические методы исследования возмущенного движения самолета.
35. Уравнения продольного движения и их линеаризация.
36. Типовые управляющие воздействия.
37. Короткопериодическое («малое») и длиннопериодическое («большое») движение.
38. Дополнительные аэродинамические продольные моменты.
39. Демпфирующий момент тангажа.
40. Момент тангажа от запаздывания скоса потока.
41. Динамические свойства самолета в «малом» движении.
42. Переходные функции.
43. Взаимосвязь переходных характеристик и балансировочных диаграмм в продольном движении.
44. Балансировка и управляемость в продольном криволинейном движении.

45. Степень продольной устойчивости самолета с учетом демпфирования.
46. Нейтральная центровка.
47. Определение нейтральной центровки по результатам эксперимента.
48. Влияние различных факторов на динамические характеристики продольного движения.
49. Улучшение динамических свойств самолета средствами автоматики.
50. Демпфер тангажа.
51. Автомат продольной устойчивости.
52. Динамические свойства самолета в «большом» движении.
53. Скоростной подхват.
54. Автомат устойчивости по скорости (автомат балансировки).
55. Динамические свойства самолета в боковом движении.
56. Собственные динамические свойства самолета в боковом движении.
57. Уравнения бокового движения и их линеаризация.
58. Дополнительные аэродинамические боковые моменты.
59. Демпфирующий момент крена.
60. Спиральный момент крена.
61. Демпфирующий момент рыскания.
62. Спиральный момент рыскания.
63. Изолированное движение крена.
64. Балансировочные зависимости при вращении по крену.
65. Переходные функции в изолированном движении рыскания и в изолированном движении крена.
66. Круговая частота колебаний угла скольжения и относительное демпфирование движения рыскания.
67. Коэффициент динамической устойчивости самолета (степень устойчивости) в боковом движении.
68. Влияние различных факторов на динамические характеристики бокового движения.
69. Улучшение динамических свойств самолета в боковом канале средствами автоматики.
70. Демпферы крена и рыскания.
71. Автомат путевой устойчивости.
72. Автомат перекрестной связи органов управления по крену и рысканию.
73. Взаимодействие продольного и бокового движений.
74. Взаимодействие продольного и бокового движений самолета (пространственное движение самолета).
75. Причины взаимного влияния продольного и бокового движений.
76. Кинематические, аэродинамические и инерционные перекрестные связи.
77. Действие гироскопического момента роторов силовой установки.
78. Действие инерционных моментов при вращении ЛА.
79. Критические скорости вращения по крену.
80. Аэроинерционное самовращение (аэродинамический резонанс).
81. Сваливание. Виды сваливания и их физические причины.
82. Обоснование действий летчика при выводе самолета из режима сваливания.
83. Штопор. Виды штопора.
84. Физические причины возникновения штопора.
85. Обоснование действий летчика при выводе самолета из штопора. Методы вывода из штопора.

Вопросы к зачету

1. Подъемная сила и лобовое сопротивление самолета.
2. Понятие перегрузки и ее ограничения по углам атаки, прочности конструкции и выносливости экипажа.
3. Поляра самолета.
4. Аэродинамическое качество самолета.
5. Дроссельные и высотно-скоростные характеристики ТРД.
6. Уравнение движения центра масс самолета.
7. Выбор систем координат.
8. Проекция ускорений и сил на оси координат.
9. Уравнения движения ЛА в силах.
10. Уравнения движения ЛА в перегрузках.
11. Методы численного решения уравнений движения.
12. Энергетическая форма уравнений движения.
13. Движение самолета по прямолинейным траекториям.
14. Уравнения движения и их интегрирование.
15. Лобовое сопротивление в прямолинейном горизонтальном полете.
16. Кривые потребных и располагаемых тяг (кривые Жуковского Н.Е.).
17. Установившийся прямолинейный горизонтальный полет.
18. Первые и вторые режимы полет.
19. Характеристики разгонов и торможений.
20. Диапазон высот с скоростями горизонтального установившегося полета и ограничения допустимых режимов полета.
21. Прямолинейный полет по наклонным траекториям, уравнения и условия движения, полярная диаграмма скоростей, скороподъемность, снижение, планирование, пикирование, расчет параметров полета
22. Движение самолета по криволинейным траекториям.
23. Криволинейное движение в вертикальной плоскости, уравнения движения, анализ кривизны траектории, расчет траектории движения и типовые маневры.
24. Криволинейный полет в горизонтальной плоскости, уравнения движения, расчет траектории движения.
25. Кинематические характеристики и границы неустановившихся и установившихся виражей.
26. Пространственное движение самолета, его общая характеристика, расчет пространственной траектории и типовые маневры.
27. Маневрирование самолета, кинематически связанного с воздушной целью, кинематические уравнения и основные методы сближения.
28. Дальность и продолжительность полета с ТРД.
29. Анализ километровых и часовых расходов топлива.
30. Расчет километрового и часового расходов топлива.
31. Полет по потолкам и его расчет.
32. Дальность полета, влияние условий эксплуатации и расчет дальности.
33. Взлет и посадка самолетов.
34. Взлет с разбегом, этапы взлета, действующие силы, уравнения движения, длина разбега, влияние различных факторов на разбег.
35. Разгон с набором высоты, взлетная дистанция.
36. Посадка с пробегом.
37. Этапы посадки, длина пробега и влияние на нее различных факторов. Средства

уменьшения длины разбега