



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ФИЛИАЛ ДФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала ДФУ  
в г. Арсеньеве

Ю.Ф.Огнев

« 06 » июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИНАМИКА ПОЛЁТА ВЕРТОЛЁТА**

**Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение  
специализация/ Вертолетостроение**

**Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренное обучение на базе СПО)**

курс 3,4/4/3 семестр 6,7/-/-  
лекции 68/14/10 час.  
практические занятия – 52/14/10 час.  
лабораторные работы час.  
с использованием МАО – 34/12/6 час.  
в электронной форме лек. -/ пр./ лаб.-.  
всего часов контактной работы 120/28/20 час.  
в том числе с использованием МАО 34/12/6 час, в электронной форме – час.  
самостоятельная работа 132/224/232 час.  
в том числе на подготовку к зачету, экзамену – 36/9/9 час.  
курсовая работа – 4/4/3 курс  
зачет семестр 6/-/-, курс 3/-/-  
экзамен – 7/-/- семестр, 4/4/3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2016 г. № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 05 от «26» июня 2018 г.

Составитель (ли): к.н., доцент, И.А. Шипитько

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ — (И.О. Фамилия)  
(подпись)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ — (И.О. Фамилия)  
(подпись)

**Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Динамика полета вертолета»**

Рабочая учебная программа дисциплины «Динамика полета вертолета» предназначена для студентов очной/заочной форм обучения по направлению подготовки 24.05.07 «Самолето- и вертолётостроение», специализация «Вертолётостроение». Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа. Дисциплина «Динамика полета вертолета» относится к блоку обязательных дисциплин. При изучении курса необходимы знания, полученные студентами на таких дисциплинах, как «Математика», «Физика», «Аэродинамика» и «Теоретическая механика». Изучение дисциплины «Динамика полета вертолета» предваряет изучение студентами таких дисциплин, как «Прочность конструкции» и «Проектирование самолётов (вертолётов)».

Динамика полета вертолета (ДП) является одним из самостоятельных направлений авиационной науки и важным разделом механики, изучающим динамические свойства и движение летательных аппаратов (ЛА) различного назначения.

В ДП исследуется движение ЛА как в целом по траектории (траекторное движение), так и движение относительно его центра масс (ЦМ) в установившемся и переходном режимах, а также при наличии разного рода возмущений (возмущенное движение), устойчивость на различных режимах и его управляемость, как при использовании «классических» органов управления, так и «новых», появившихся в 80-х гг.

Ввиду большой сложности решения задачи о движении ЛА ее решают в два этапа: на первом этапе решаются задачи о возможных и наиболее выгодных траекториях полета вертолета. Вертолет рассматривается как управляемая материальная точка с массой, равной массе вертолета, к которой в свободном полете приложена сила тяжести, аэродинамические силы и тяга двигателей. Исследуются уравнения движения центра масс вертолета в предположении, что управление движением осуществляется идеально. Конечным результатом является определение во времени скорости, высоты полета и других кинематических величин, характеризующих движение ЛА. На втором этапе решаются задачи, связанные с исследованием устойчивости «идеального» движения ЛА и процессом управления им. Исследуется возможность осуществления траекторий. «Идеальное» движение рассматривается как опорное, а вертолет как материальное тело, в общем случае переменного состава и упругое, обладающее при своем движении не тремя, а шестью степенями свободы.

Конечным результатом является определение сил и моментов, действующих на ЛА в установившемся и неустановившемся полете, усилий на рычагах управления и обеспечение устойчивости и управляемости в возмущенном движении (в том числе и с помощью автоматических устройств).

Решение возникающих в ДП задач базируется на знании и выборе аэродинамических характеристик ЛА; параметров силовой установки (СУ); взаимного расположения элементов ЛА; характеристик атмосферы; характеристик и состава бортового и наземного оборудования.

Математической основой ДП являются теоретическая механика, теории устойчивости и систем автоматического регулирования, методы оптимизации и статистические методы анализа и синтеза динамических систем.

Для решения все усложняющихся задач проектирования и, в частности, задач динамики полета, широко используется вычислительная техника. Системы автоматизированного проектирования (САПР), предназначенные для расчетов летно-технических характеристик (ЛТХ) и характеристик устойчивости и управляемости, существенно сокращают сроки разработки проектов, улучшают их качество.

#### Цели и задачи дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Динамика полета вертолета» является теоретическая и практическая подготовка инженера в области самолето- и вертолетостроения в такой мере, чтобы он хорошо представлял принципы создания и конструирования вертолета (вертолёт) с заданными летно-техническими характеристиками и умели проводить необходимые приближенные расчеты.

Реализация цели включает в себя:

- изучение законов движения ЛА по различным траекториям;
- изучение закономерностей (физических аспектов), определяющих устойчивость и управляемость ЛА при различных условиях полета, динамику возмущенного движения;
- формирование на основе этих закономерностей понимания и знания влияния аэродинамических, геометрических характеристик, облика летательного аппарата на его ЛТХ и характеристики устойчивости и управляемости;
- формирование умений проводить приближенные расчеты ЛТХ и характеристик устойчивости и управляемости.

Задачей дисциплины является формирование у студентов:

- знаний основных законов и закономерностей, проявляющихся при взаимодействии летательного аппарата с газовой средой (воздухом);
- знаний причин ограничений, обусловленных безопасностью полета, накладываемых при расчете аэродинамических и летно-технических характеристик вертолетов в зависимости от целей и их назначения;
- знаний авиационной терминологии;
- знаний систем координат, используемых при расчетах в динамике полета;

- знаний основных методов расчета ЛТХ вертолета на различных режимах полета, методов расчета устойчивости и управляемости, возмущенного движения летательного аппарата

Для успешного изучения дисциплины «Динамика полета вертолета» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-1: способностью владеть культурой мышления, обобщать, воспринимать и анализировать информацию, ставить цели и выбирать пути их достижения;

ОПК-10: способностью владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований;

ОПК-11: способностью к проведению экспериментов по заданной методике и анализу их результатов;

ОПК-12: способностью к участию в составлении отчетов по выполненному заданию

ПК-1: способностью к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются и расширяются следующие профессиональные элементы компетенций.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-17 -наличие навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований	Знает	стандартные пакеты математического моделирования процессов и объектов
	Умеет	проводить исследования по смоделированным процессам и объектам
	Владеет	навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований
ПК-18 - готовность к подготовке и проведению экспериментов и анализу их результатов	Знает	способы и порядок проведения экспериментов
	Умеет	проводить анализ по результатам проведенных экспериментов
	Владеет	методами анализа результатов проведенных экспериментов
ПСК-2.1 - способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	Знает	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета
	Умеет	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета
	Владеет	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения
ПСК-2.4. способность и готовность к проведению проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	Знает	методики проведения проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	Умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета

	Владеет	методиками проекторочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемого вертолёта
--	---------	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Динамика полета вертолета» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- проблемная лекция;
- учебная дискуссия;
- лекция с запланированными ошибками;
- поисковая практическая работа;
- самостоятельная работа с литературой;
- выполнение учебного проекта.

## **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА** **Теоретическая часть (32,36/14 час.)**

Содержание теоретической части курса разбивается на темы, по которым проводятся аудиторные занятия лекционного типа с применением методов активного обучения: проблемная лекция, лекция с запланированными ошибками, учебная дискуссия.

### **Тема 1. Введение (2/0,5 час.)**

Цели и задачи дисциплины. Место дисциплины в учебном процессе. Основные понятия и определения.

### **Тема 2. Уравнения движения вертолета (4/1 час.)**

Применение общих положений механики к составлению уравнений движения вертолета. Система уравнений движения ЛА в общем виде. Разделение общего движения на движение центра масс (ЦМ) и вращение относительно ЦМ. Системы координат, применяемые в динамике полета. Геометрические соотношения между углами. Уравнения движения в векторной форме. Скалярная форма записи уравнений движения. Силы, действующие на вертолет. Уравнения движения в перегрузках в траекторной системе координат.

### **Тема 3. Исходные данные для расчета траекторий (6/1 час.)**

Аэродинамические характеристики. Характеристики двигательной установки. Располагаемая тяга и располагаемая мощность. Дроссельные характеристики. Ограничения режимов полета.

### **Тема 4. Расчет летно-технических характеристик в установившемся режиме полета (8/1 час.)**

Метод тяг (мощностей) Н.Е.Жуковского. Допущения, принимаемые при расчете летно-технических характеристик (ЛТХ) в установившемся режиме полета. Область высот и скоростей установившегося горизонтального полета. Диаграмма потребных и располагаемых тяг (мощностей). Скороподъемность. Статический потолок. Влияние условий полета и параметров вертолета на область высот и скоростей полета. Установившийся набор вы-

соты. Вертикальная скорость. Практический потолок вертолета. Интегральные формулы для определения времени, дальности полета и расхода топлива. Установившееся планирование вертолета.

**Тема 5. Расчет летно-технических характеристик для неустановившихся квазипрямолинейных режимов полета (6/2 час.)**

Упрощение уравнений движения для квазипрямолинейных траекторий. Энергетическая высота. Основные соотношения для нестационарных режимов полета. Методы расчета квазипрямолинейных участков траекторий при полете по заданной программе. Оптимизация траекторий неустановившегося набора высоты. Неустановившееся снижение вертолета. Динамические режимы полета.

**Тема 6. Дальность и продолжительность полета (6/2 час.)**

Затраты топлива, дальность и продолжительность в установившемся горизонтальном полете. Полет при постоянной высоте и скорости. Полет на заданной скорости. Наивыгоднейшие режимы полета. Дальность и продолжительность полета вертолета с винтовыми двигателями. Радиус действия вертолета. Учет ветра при расчете дальности полета и радиуса действия. Увеличение дальности путем дозаправки вертолета топливом в воздухе.

**Тема 7. Маневренные характеристики вертолета (6/1 час.)**

Понятие маневренности. Общие показатели маневренности. Связь перегрузки с показателями маневра. Располагаемая перегрузка и изменение уровня энергии при маневре. Характерные маневры в вертикальной плоскости: пикирование, горка. Маневрирование вертолета в горизонтальной плоскости: разгон и торможение в горизонтальной плоскости, разворот и вираж вертолета. Предельные виражи. Неустановившийся вираж. Пространственный маневр вертолета

**Тема 8. Взлетные и посадочные характеристики вертолета (4/1 час.)**

Основные определения взлетно-посадочных характеристик вертолета. Скорость отрыва и длина разбега. Взлетная дистанция. Продолженный и

прерванный взлет. Влияние эксплуатационных условий на взлетно-посадочные характеристики. Влияние конструктивных факторов на взлетно-посадочные характеристики. Пути улучшения взлетно-посадочных характеристик вертолета.

**Тема 9. Основные представления и понятия об устойчивости. Методы расчета устойчивости (6/1 час.)**

Понятие устойчивости и управляемости. Опорное и возмущенное движение. Правило знаков. Балансировочные режимы полета. Управление движением вертолета.

**Тема 10. Моменты, действующие на вертолет (4/0,5 час.)**

Аэродинамический момент тангажа вертолета в установившемся прямолинейном полете без крена и скольжения. Влияние центровки Хт и отклонения органов продольного управления на моментные характеристики. Влияние стреловидности крыла при полете на больших углах атаки. Влияние двигателей на момент тангажа. Особенности расчета аэродинамических моментов тангажа вертолетов схемы «утка» и «бесхвостка». Дополнительный момент тангажа, возникающий при вращении вертолета. Влияние близости земли на аэродинамический момент тангажа. Боковые силы и моменты в прямолинейном установившемся полете со скольжением. Дополнительные боковые моменты в криволинейном движении. Результирующие боковые моменты вертолета.

**Тема 11. Статическая устойчивость и управляемость вертолета в продольном движении (4/1 час.)**

Статическая устойчивость по углу атаки, перегрузке и скорости. Продольная балансировка вертолета в криволинейном установившемся полете. Продольная балансировка вертолета в горизонтальном полете. Потери, связанные с балансировкой. Балансировочная поляра. Аэродинамический шарнирный момент органов продольного управления. Статические характеристики продольной управляемости. Выбор допустимых центровок и параметров горизонтального оперения.

**Тема 12. Уравнения возмущенного движения вертолета и методы их исследования (8/1 час.)**

Линеаризация уравнений возмущенного движения вертолета. Разделение уравнений возмущенного движения вертолета на продольное и боковое. Математические методы исследования динамики возмущенного движения.

**Тема 13. Продольное возмущенное движение вертолета (4/1 час.)**

Собственное (свободное) продольное возмущенное движение вертолета. Условие устойчивости опорного движения. Быстрая и медленная составляющие продольного возмущенного движения. Собственное короткопериодическое и длиннопериодическое возмущенные движения ЛА. Условие устойчивости опорного движения. Реакция вертолета в продольном движении на отклонение органов управления. Влияние конструктивных параметров вертолета и режима полета на продольную устойчивость и управляемость. Улучшение устойчивости и управляемости вертолета средствами автоматизации.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (52\14 час.)**

Практические занятия проводятся в форме аудиторного занятия с использованием средств вычислительной техники, содержащего предварительную проблемно-ориентированную учебную дискуссию с групповым выполнением примера задания, после чего студенты приступают к выполнению индивидуального проектного задания.

В первой части занятия преподаватель у интерактивной доски выполняет пример расчета. Студенты одновременно с преподавателем выполняют это же задание индивидуально. После этого происходит обсуждение: студенты задают вопросы о проделанной работе. Могут предложить свои варианты решения поставленной задачи.

Во второй части преподаватель раздает студентам индивидуальное задание (аналогичное по структуре предыдущему). Во время выполнения индивидуального задания студенты также могут задавать вопросы преподавателю. Преподаватель по мере необходимости может корректировать действия студента для достижения поставленной цели, указывать на грубые ошибки.

По результатам выполнения работы студент оформляет отчет по практической работе, который оценивается по системе «зачтено/ не зачтено».

### **Практическая работа №1.**

#### **Расчет летно-технических характеристик вертолета методом тяг Жуковского Н.Е. (12/4 час.)**

Ознакомиться с методикой расчета летно-технических характеристик вертолета. Определить с помощью ПЭВМ зависимости потребной и располагаемой тяг по высотам и скоростям полета. На основании расчетов построить графики скороподъемности, максимальной и наивыгоднейшей скорости по высотам, барограмму подъема. Выявить влияние изменения массы вертолета на летно-технические характеристики вертолета.

### **Практическая работа №2.**

#### **Расчет дальности и продолжительности полета (8/2 час.)**

Изучить влияние основных геометрических и аэродинамических характеристик вертолета, высотно-скоростных и дроссельных характеристик двигателя на дальность и продолжительность полета; определить с помощью расчета на ПК режим полета на максимальную дальность и максимальное время.

### **Практическая работа №3.**

#### **Исследование структуры продольного возмущенного движения вертолета (14/4 час.)**

Выявить в продольном возмущенном движении короткопериодическую и длиннопериодическую составляющие возмущений, исследовать с помощью расчета на ПК их роли в формировании различных параметров, обосновать возможности исследования характеристик короткопериодического движения с помощью упрощенной математической модели.

### **Практическая работа №4**

#### **Исследование характеристик продольной устойчивости и управляемости вертолета (18/4 час.)**

Исследовать с помощью расчета на ПК влияние центровки  $\bar{x}_T$ , скорости  $v$  и высоты  $H$  на основные характеристики продольной устойчивости и управляемости вертолета (степень продольной статической устойчивости по перегрузке  $\sigma_n$ , градиент отклонения руля высоты по перегрузке  $\delta_B^n$ ), на характеристики переходного процесса (время срабатывания  $t_{cp}$ , относительный заброс по перегрузке  $\Delta n_y$ , частоту свободных колебаний  $f_c$ )..

## II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Динамика полета вертолета» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1 - Тема 13	ПК-17	Знает	Реферат	экзамен
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	Курсовая работа	
	Тема 1 - Тема 13	ПК-18	Знает	Опрос	экзамен
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	Курсовая работа	
	Тема 1 - Тема 13	ПСК- 2.1	Знает	Реферат	
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	Курсовая работа	
	Тема 1 - Тема 13	ПСК- 2.4	Знает	Реферат	
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	Курсовая работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности,

а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

#### **IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Динемика полета вертолета : учебник / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2011. – 776 с.
2. Егер, С.М. Основы авиационной техники : учебник для втузов / С.М. Егер, А.М. Матвиенко, И.А. Шаталов; под ред. И.А. Шаталова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2003. – 720 с. : ил.
3. Основы авиа- и ракетостроения : учеб. пособие для вузов / А.С. Чумадин, В.И. Ершов, К.А. Макаров и др. – М. : Инфра-М, 2008. – 992 с. : ил.

##### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г.П.Свищев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 736с.
2. Аэромеханика вертолета: Динемика полета вертолета: Учебник для авиационных вузов/А.Ф.Бочкарев, В.В.Андреевский, В.М.Белоконов и др.; Под ред. А.Ф.Бочкарева и В.В. Андреевского, 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 360с.

3. Динемика полета вертолета: Учебник для авиационных вузов/А.М.Мхитарян, П.С.Лазнюк, В.С.Максимов и др. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 424с.
4. Машиностроение. Энциклопедия в 40 т. Т. IV-21: Вертолеты и вертолеты. Кн.1. Аэродинамика, Динемика полета вертолета и прочность / ред. совет К.В. Фролов и др.; под ред. Г.Б. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2002. – 800 с. : ил.
5. Остославский И.В., Стражева И.В. Динемика полета вертолета. Траектории летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1969г., с.500
6. Остославский И.В., Стражева И.В. Динемика полета вертолета. Устойчивость и управляемость летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1965г., с.467.
7. Сурин В.П., Голобородько И.Л., Выскребенцев Л.И. Динамика и летные испытания вертолета (Летно-технические характеристики. Статическая устойчивость и балансировка вертолета)./Под ред. Сурина В.П. Учебное пособие. М.:МАИ, 1982г. – 87с.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Богословский, С.В. Динемика полета вертолета летательных аппаратов : учеб. пособие / С.В. Богословский, А.Д. Дорофеев. – СПб.: ГУАП, 2002. – 64 с. <http://window.edu.ru/resource/709/44709/files/bog.pdf>
2. Динемика полета вертолета : учебник / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2011. – 776 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2012/>
3. Касторский, В.Е. Основы аэродинамики и динамики полета: учеб. пособие / В.Е. Касторский. – Рига : Институт транспорта и связи, 2010. – 105 с. <http://padabum.com/d.php?id=17308>

4. Чудаков, М.В. Построение поляр и расчет динамики полета дозвуковых транспортных и пассажирских вертолетов : учеб. пособие / М.В. Чудаков. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 122 с.  
<http://window.edu.ru/resource/623/19623/files/metod452.pdf>

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине *Б1.В.ОД.6 «Динамика полета вертолета»* требуется наличие программного пакета MATLAB.

### **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Методические рекомендации по работе с литературой**

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки является работа с литературой. Для дисциплины «Динамика полета вертолета» это актуально, поскольку большое количество теоретического и практического эмпирического материала, накопленного в отрасли знания, не может быть рассмотрено полностью только на аудиторных занятиях.

### **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Динамика полета вертолета» требуется компьютерный класс с установленным программным пакетом MATLAB.

**Приложение 1**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ФИЛИАЛ ДВФУ В г. АРСЕНЬЕВЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине ДИНАМИКА ПОЛЕТА ВЕРТОЛЕТА**

**Специальности 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение**  
специализация «Вертолётостроение»

**Форма подготовки очная/заочная**

**Арсеньев**  
**2018**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим работам	10 час.	Защита лабораторных работ
2	В течение семестра	Подготовка рефератов	6 час.	Доклад
3	В течение семестра	Выполнение курсовой работы	22 час.	Защита РГР
4	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену	6 час.	Экзамен

### Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

1. *Подготовка к практическим занятиям* является важным элементом самостоятельной работы и заключается в следующем:

- 1) необходимо предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ;
- 2) внимательно ознакомиться с описанием соответствующей работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы;
- 3) по соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной лабораторной работе;
- 4) до проведения лабораторной работы подготовить в рабочей тетради соответствующие маршруты обработки;
- 5) завершает этап подготовки к выполнению лабораторной работы составление ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях.

2. *Подготовка реферата* начинается с построения плана. План лучше составить до написания работы и опираться на него во время ее написания. Это помогает сосредоточить внимание на рассмотрении определенных вопросов.

План не должен быть слишком сложным и запутанным. То есть для работы на 10-20 страниц вполне достаточно трех пунктов основной части и, возможно по 2-3 подпункта в каждом пункте.

С самого начала следует выделить основные пункты и подпункты, чтобы основное внимание уделять главным, а не второстепенным мыслям. Лучше не приступать к написанию работы до тех пор, пока план не будет приведен в должное состояние.

Названия пунктов плана необходимо формулировать таким образом, чтобы примерное содержание каждого пункта было ясно из самого названия. С другой стороны, не следует давать слишком подробное описание содержания вашего пункта.

В плане должны быть указаны страницы, на которых рассматриваются соответствующие пункты плана

Введение необходимо для обоснования актуальности темы и предполагаемого метода рассуждения. Это значит, что перед тем как перейти к самой теме реферата, необходимо попытаться ответить на вопрос: «Для чего нужно писать реферат по данной теме? Почему я выбрал именно эту тему? В чем ее актуальность?» Отвечать на эти вопросы следует кратко. Как правило, введение содержит основные направления работы, вопросы, на которые автор собирается ответить, информацию, необходимую для лучшего понимания и изложения темы.

Основная часть работы содержит рассуждения по теме, то есть раскрытие темы, ответ на поставленные вопросы, аргументы, примеры и так далее. Все существенное содержание работы должно быть изложено в основной части. Как правило, основную часть можно разбить на блоки информации. Таким образом, можно последовательно работать с каждым блоком, развивая аргументы, приводя примеры, делая промежуточные выводы.

Разбивая основную часть на пункты (блоки), необходимо помнить о том, что они должны быть примерно одинаковыми по объему, то есть необходимо соблюдать баланс. Если рассмотрение первого пункта занимает 10 страниц

работы, а на второй и третий выделено только по две страницы, то налицо несбалансированность, что свидетельствует о недостаточной продуманности основной части работы.

Заключение необходимо для того, чтобы еще раз повторить и закрепить уже сказанное. Как правило, в заключении уже не дается никакой новой информации, а даются основные выводы и рекомендации, вытекающие из содержания работы. Заключение должно с одной стороны плавно завершать реферат, с другой стороны соотноситься со вступлением так, чтобы вопросы и цели, поставленные в начале работы могли соотноситься с ответами и выводами в заключении.

Реферат должен отвечать следующим требованиям:

Читабельность. Это значит, что реферат должен хорошо читаться, то есть при его чтении реферата не должно возникать проблем с пониманием слов и выражений автора. В хорошем реферате легко следовать за мыслью автора, его доказательствами и выводами.

Необходимо помнить, что для передачи мысли требуется не только умение писать, но и умение выражать свою мысль. Как научиться верно и ясно выражать мысль словами? Самый лучший способ – чтение книг и написание рефератов, потому что приобретение умения писать требует постоянного упражнения и стремления к более высокому уровню.

Для того чтобы реферат был читабельным, он не должен содержать псевдонаучные слова. Часто «мудреные» фразы вставляются в работу, чтобы произвести впечатление на читающего, хотя обычно это производит обратный эффект. Стоит автору употребить какое-нибудь слово неверно, и у читателя закрадывается сомнение в компетентности автора. Неизвестные слова лучше пояснять, научные термины употреблять только в крайних случаях.

Стиль реферата должен быть научно-публицистическим, то есть текст должен быть написан как научная статья, публикация.

Последовательность и логичность. Еще одной важной характеристикой хорошего реферата является ее последовательность и логичность. При напи-

сании реферата необходимо обратить особое внимание на то, чтобы все аргументы были четко и ясно сформулированы, а все доказательства были логичны и располагались в определенной последовательности.

Аргументы должны быть подтверждающими основное утверждение реферата, то есть все аргументы в пользу того или иного утверждения должны быть четко сформулированы и направлены на доказательство конкретной истины.

Доказательство должно постоянно проверяться на предмет точного следования теме. Ведь очень легко во время доказательства перейти на другие темы и, в конце концов, доказывать совсем не то, что изначально требовалось. Не случайно существует специальная фраза, которой традиционно заканчиваются доказательства: «Что и требовалось доказать»<sup>2</sup>.

Широта проведенного исследования, количество книг в списке литературы всегда производит впечатление на читателя, так как чем больше автор реферата проработал различных источников, чем больше разных мнений он рассмотрел, тем более убедительным будут выводы, сделанные на основании исследований.

#### *1. Подготовка к экзамену.*

Подготовка студента к экзамену включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к зачету/экзамену рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников.

Готовиться к зачету необходимо по строго продуманному графику, последовательно переходя от темы к теме, не пропуская ни одну из них.

Сложные вопросы, недостаточно уясненные в процессе подготовки к зачету, необходимо записать и получить на них разъяснения у преподавателей во время консультаций.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Отчеты по практическим работам, рефераты и расчетно-графические работы должны быть оформлены в соответствии с требованиями оформления письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

*Практические работы, расчетно-графическая работа и рефераты оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено».*

#### **Практические работы**

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- самостоятельно и рационально выбрал и методы расчета и проектирования;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по практической работе;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- неправильно выбрал методы расчета и проектирования;
- не предоставил отчет по практической работе либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

#### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по КР;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- не предоставил отчет по КР либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

#### Рефераты

Оценка «зачтено» ставится, если:

- реферат соответствует заданной теме;
- реферат имеет логичную структуру (введение, основная часть, заключение) и аккуратно оформлен;
- студент сделал устный доклад по реферату и ответил на дополнительные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если:

- реферат не соответствует заданной теме;
- реферат не имеет логичной структуры (введение, основная часть, заключение) и/или небрежно оформлен;
- студент не сделал устный доклад по реферату и/или не ответил на дополнительные вопросы.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В г. АРСЕНЬЕВЕ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине ДИНАМИКА ПОЛЕТА ВЕРТОЛЕТА  
Специальности 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение  
специализация «Вертолётостроение»  
Форма подготовки очная/заочная

Арсеньев  
2018

**Паспорт  
фонда оценочных средств по дисциплине**

**Б1.В.ОД.6 Динемика полета вертолета**

(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	Уровень	Содержание
ПК-17 -наличие навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований	Знает	стандартные пакеты математического моделирования процессов и объектов
	Умеет	проводить исследования по смоделированным процессам и объектам
	Владеет	навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований
ПК-18 - готовность к подготовке и проведению экспериментов и анализу их результатов	Знает	способы и порядок проведения экспериментов
	Умеет	проводить анализ по результатам проведенных экспериментов
	Владеет	методами анализа результатов проведенных экспериментов
ПСК-2.1 - способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	Знает	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета
	Умеет	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета
	Владеет	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения
ПСК-2.4. способность и готовность к проведению проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	Знает	методики проведения проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	Умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета
	Владеет	методиками проекторочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемого вертолётa

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины		Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наиме- нование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Тема 1 – Тема 13	ПК-17	Знает	Реферат	зачтено
			Умеет	Практическая работа	зачтено
			Владеет	Курсовая работа	оценка
	Тема 1 – Тема 13	ПК-18	Знает	Реферат	зачтено
			Умеет	Практическая работа	зачтено
			Владеет	Курсовая работа	оценка
	Тема 1 – Тема 13	ПСК-2.1	Знает	Реферат	зачтено
			Умеет	Практическая работа	зачтено
			Владеет	Курсовая работа	оценка
	Тема 1 – Тема 13	ПСК-2.4	Знает	Реферат	зачтено
			Умеет	Практическая работа	зачтено
			Владеет	Курсовая работа	оценка

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Динамика полета вертолета»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-17 -наличие навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований	Знает (пороговый уровень)	Взаимосвязи существующих технических и естественнонаучных дисциплин и областей знания с теоретическими и практическими методами динамики полета	Взаимосвязи существующих технических и естественнонаучных дисциплин и областей знания с теоретическими и практическими методами динамики полета	Знает взаимосвязи существующих технических и естественнонаучных дисциплин и областей знания с теоретическими и практическими методами динамики полета
	Умеет (продвинутый)	Выделять информацию, относящуюся к принципам полета и расчетам режимов полета, систематизировать и проводить ее анализ	Сбор информации, относящейся к принципам полета и расчетам режимов полета, систематизировать и проводить ее анализ	Умеет выделять информацию, относящуюся к принципам полета и расчетам режимов полета, систематизировать и проводить ее анализ
	Владеет (высокий)	Навыками получения, сбора и систематизации информации в области расчета режимов полета летательных аппаратов	Навыки получения, сбора и систематизации информации в области расчета режимов полета летательных аппаратов	Владеет навыками получения, сбора и систематизации информации в области расчета режимов полета летательных аппаратов
ПК-18 - готовность к подготовке и проведению экспериментов и анализу их результатов	Знает	Основные определения, понятия и динамики полета летательного аппарата, принципы реализации законов в расчете режимов полета летательных аппаратов	Основные определения, понятия и динамики полета летательного аппарата, принципы реализации законов в расчете режимов полета летательных аппаратов	Знает основные определения, понятия и динамики полета летательного аппарата, принципы реализации законов в расчете режимов полета летательных аппаратов

	Умеет	Использовать основные понятия и закономерности динамики полета при анализе и расчете режимов полета летательных аппаратов	Использование основных понятий и закономерностей аэродинамики при анализе динамики полета при анализе и расчете режимов полета летательных аппаратов	Умеет использовать основные понятия и закономерности динамики полета при анализе и расчете режимов полета летательных аппаратов
	Владеет	Навыками применения основных законов динамики полета при решении задач расчета режимов движения летательных аппаратов	Применение основных законов аэродинамики при решении задач расчета режимов движения летательных аппаратов	Владеет навыками применения основных законов аэродинамики при решении задач расчета режимов движения летательных аппаратов
ПСК-2.1 - способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	Знает (пороговый уровень)	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета	применение знаний конструкций и функционального назначения отдельных агрегатов вертолета	Владение навыками применения основных законов конструкции и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета
	Умеет (продвинутый)	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета	Использование основных понятий для проведения расчетов основных летно-технических характеристик вертолета	Умеет проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета
	Владеет (высокий)	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	Умеет использовать знания при разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения
ПСК-2.4. способность и готовность к проведению проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого	Знает (пороговый уровень)	методики проведения проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	методики проведения проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	методики проведения проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета

вертолета	Умеет (продвинутый)	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета
	Владеет (высокий)	методиками проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	методиками проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	методиками проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета

**Экзаменационные материалы**  
по дисциплине  
«Динамика полета вертолета»

**Вопросы к экзамену**

**Часть I. Траектории движения летательных аппаратов**

1. Уравнения движения в векторной форме.
2. Скалярная форма записи уравнений движения.
3. Основные системы координат.
4. Силы, действующие на вертолет.
5. Уравнение движения в перегрузках.
6. Исходные данные для интегрирования уравнений движения.
7. Ограничения режимов полета.
8. Метод тяг и мощностей Жуковского Н.Е.
9. Диаграмма потребных и располагаемых тяг.
10. Изменение диапазона скоростей по высотам. Статический потолок.
11. Установившийся набор высоты.
12. Вертикальная скорость. Практический потолок.
13. Неустановившийся набор высоты. Понятие энергетической высоты.
14. Характеристики траектории набора высоты при заданной программе  $V(H)$  или  $M(H)$ .
15. Оптимизация траекторий набора высоты.
16. Снижение вертолета.
17. Крейсерский полет.
18. Влияние скорости и высоты на продолжительность и дальность полета.
19. Расчет максимальной дальности.
20. Скорость отрыва и длина разбега.
21. Взлетная дистанция. Продолженный и прерванный взлет.
22. Посадочная дистанция.
23. Горизонтальная приемистость, перегрузочная поляра.

24. Область динамических высот полета.
25. Характеристики маневров в горизонтальной плоскости. Правильный вираж вертолета.

### **Часть II. Устойчивость и управляемость летательных аппаратов**

26. Введение в устойчивость и управляемость вертолета. Правило знаков.
27. Аэродинамический момент тангажа в установившемся прямолинейном полете.
28. Влияние центровки  $X_t$  и отклонения органов продольного управления на аэродинамический момент тангажа.
29. Влияние стреловидности крыла при полете на больших углах атаки на аэродинамический момент тангажа.
30. Влияние двигателей на аэродинамический момент тангажа.
31. Влияние отклонения элевонов в схеме «бесхвостка» на аэродинамический момент тангажа.
32. Дополнительный момент тангажа, возникающий при вращении вертолета.
33. Статическая устойчивость по перегрузке.
34. Статическая устойчивость по скорости.
35. Продольная балансировка вертолета в криволинейном установившемся полете.
36. Продольная балансировка вертолета в горизонтальном полете.
37. Потери, связанные с балансировкой. Балансировочная поляра.
38. Аэродинамический шарнирный момент органов продольного управления. Усилия на ручке управления.
39. Предельно передняя центровка.
40. Предельно задняя центровка.

### **Часть III. Динамика возмущенного движения вертолета**

41. Уравнения возмущенного движения вертолета.
42. Линеаризация уравнений возмущенного движения вертолета.

43. Разделение уравнений возмущенного движения вертолета на продольное и боковое движение.
44. Собственное (свободное) продольное возмущенное движение вертолета. Условие устойчивости опорного движения.
45. Выделение быстрой и медленной составляющей продольного возмущенного движения вертолета.
46. Собственное продольное короткопериодическое возмущенное движение вертолета.

## Оценочные средства для текущей аттестации

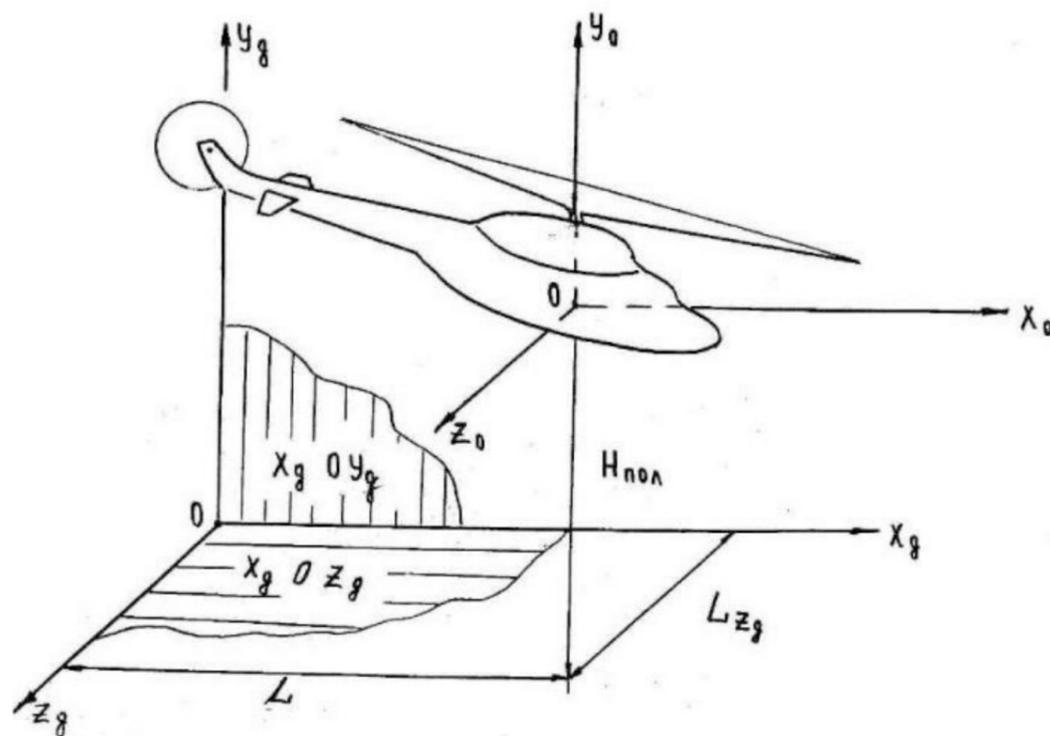
### Пример задания для курсовой работы

по дисциплине

«Динамика полета вертолета»

### Практическая работа «Расчет летно-технических характеристик вертолета»

Согласно рисунку вертолета и исходным данным по его весовым, геометрическим и энергетическим параметрам и аэродинамическим характеристикам требуется определить летно-технические характеристики вертолета, построить кривые Жуковского потребной и располагаемой тяги и мощности, построить барограмму подъема, определить практический потолок, практическую дальность, взлетно-посадочные и маневренные характеристики.



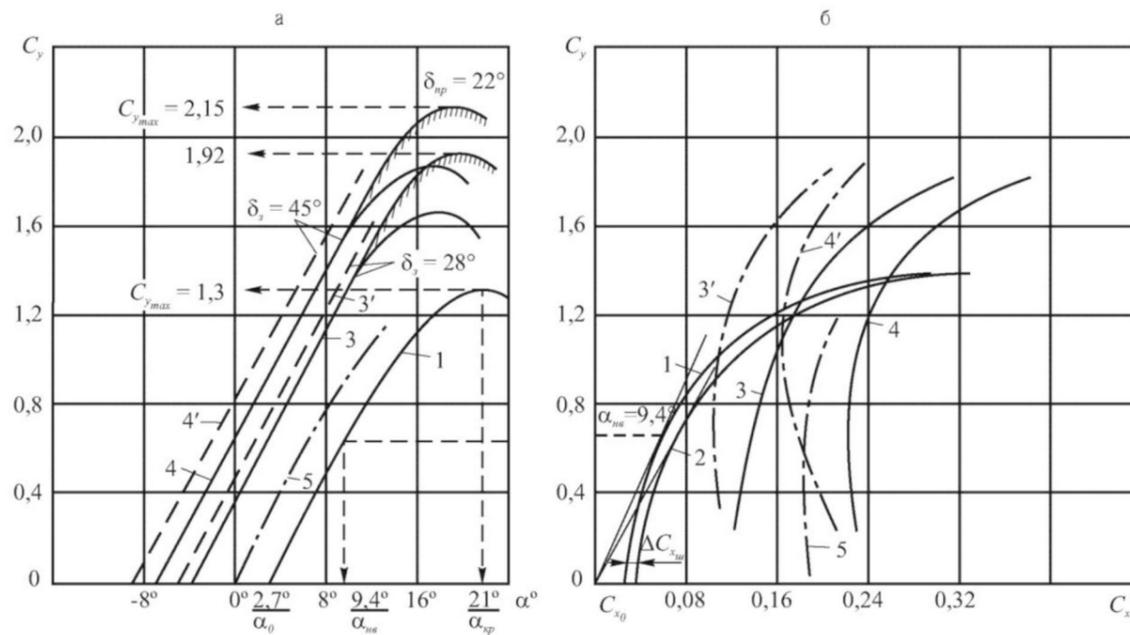


Рис. 1.5. Аэродинамические характеристики самолета Ту-154М:  
 а -  $C_y = f(\alpha)$ ; б -  $C_y = f(C_x)$ ; 1 - шасси и средства механизации крыла убраны; 2 - шасси выпущено; 3, 3' - шасси выпущено,  $\delta_z = 28^\circ$ ,  $\delta_{np} = 22^\circ$  соответственно на высоте и у земли ( $H = 0$ ); 4, 4' - шасси выпущено,  $\delta_z = 45^\circ$ ,  $\delta_{np} = 22^\circ$  соответственно на высоте и у земли ( $H = 0$ ); 5 - шасси выпущено,  $\delta_z = 45^\circ$ ,  $\delta_{np} = 22^\circ$ ,  $\delta_{un} = 45^\circ/50^\circ$  ( $H = 0$ )

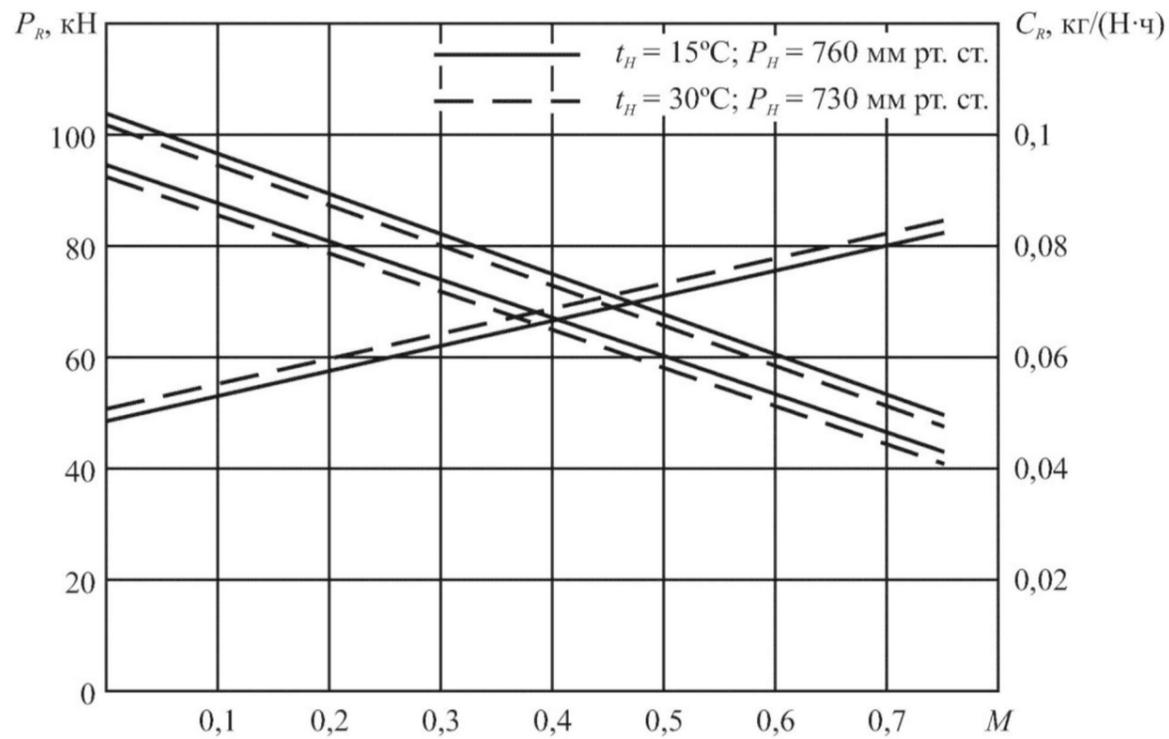


Рис. 2.5. Скоростная характеристика двигателя при работе у земли

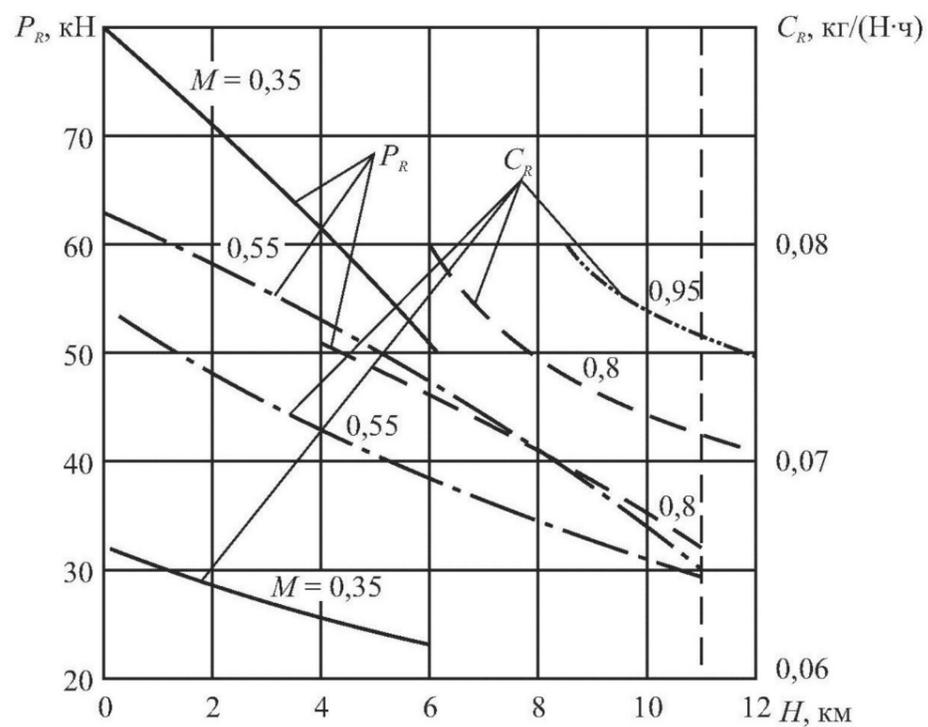


Рис. 2.6. Высотная характеристика двигателя при работе на номинальном режиме

### Перечень вопросов при защите практических работ

#### Контрольный тест

#### 1. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:

- Динамика полета вертолета;
- режим взлета;
- режим посадки;
- взлет;
- разбег;
- заход на посадку;
- снижение по глиссаде;
- выравнивание;
- выдерживание;
- парашютирование;

- касание ВПП;
- пробег.

**2. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- силы поверхностные;
- силы массовые;
- сила инерционная;
- сила инерции;
- момент инерции вертолета;
- принцип Д'Аламбера.

**3. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- движение неуправляемое;
- движение управляемое;
- управляющее воздействие;
- маневр;
- маневренность;
- вертолет маневренный;
- вертолет неманевренный.

**4. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- маневр в вертикальной плоскости;
- маневр в горизонтальной плоскости;
- разворот установившийся;
- вираж;
- полет горизонтальный;
- набор высоты;

- снижение.

**5. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- перегрузка;
- перегрузка продольная (тангенциальная);
- перегрузка нормальная;
- перегрузка боковая;
- перегрузка эксплуатационная.

**6. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- характеристики летно-технические;
- метод тяг;
- тяга потребная;
- тяга располагаемая;
- избыток тяги двигателя;
- недостаток тяги двигателя;
- тяговооруженность вертолета удельная;
- нагрузка на крыло удельная.

**7. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- область возможных полетов;
- скорость минимально допустимая;
- скорость максимально допустимая;
- скорость взлета безопасная;
- скорость отрыва;
- скорость захода на посадку;
- скорость посадочная;

- скорость полета наивыгоднейшая;
- скороподъемность;
- скороподъемность максимальная;
- потолок вертолета теоретический;
- потолок вертолета практический;
- потолок вертолета динамический;
- продолжительность полета;

**1.1 - дальность полета.**

**8. Как влияет на длину пробега  $L_{\text{проб}}$  увеличение максимального коэффициента подъемной силы  $C_{y \text{ max}}$  ?**

1.  $L_{\text{проб}}$  - уменьшается
2.  $L_{\text{проб}}$  - не изменяется
3.  $L_{\text{проб}}$  - растёт

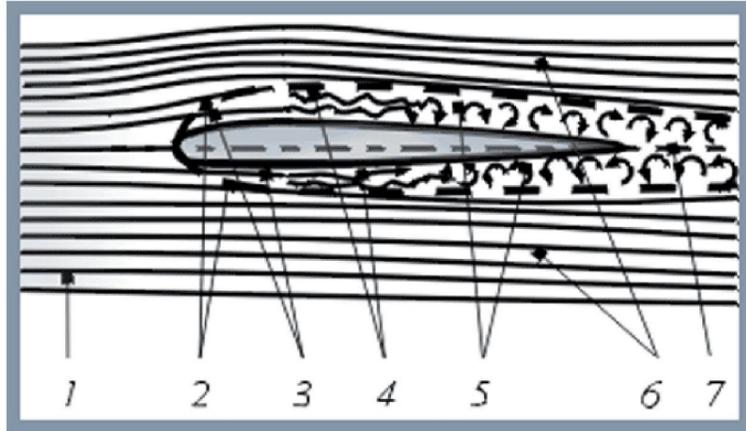
**9. Как влияет на длину пробега  $L_{\text{проб}}$  увеличение плотности воздуха  $\rho_n$  ?**

1.  $L_{\text{проб}}$  - растёт
2.  $L_{\text{проб}}$  - не изменяется
3.  $L_{\text{проб}}$  - уменьшается

**10. Как влияет рост угла атаки вертолета при разбеге на длину разбега?**

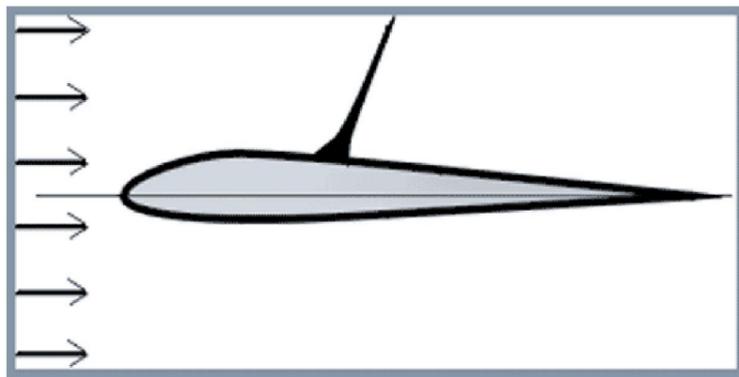
1. Длина разбега остается неизменной
2. Длина разбега падает
3. Длина разбега растёт
4. Есть оптимальное значение угла атаки.

**11. Назовите и охарактеризуйте части 1–7 спектра обтекания профиля.**



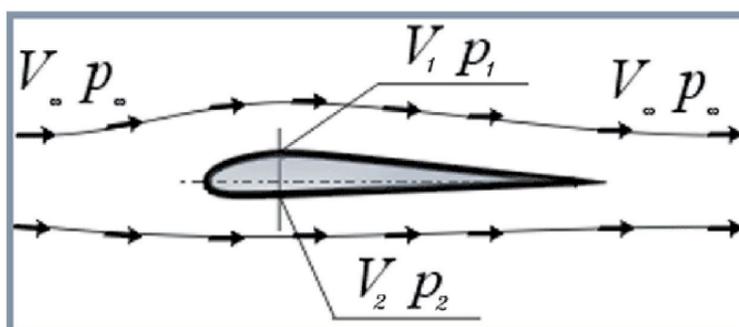
**12. Выполните следующие задания:**

Охарактеризуйте соотношения параметров потока  $V$  и  $p$ .



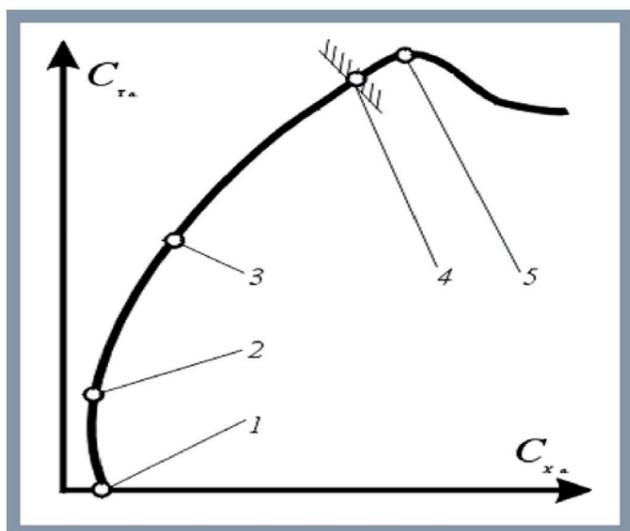
**13. Выполните следующие задания:**

- охарактеризуйте соотношения параметров потока  $V$  и  $p$ ;
- проиллюстрируйте графически распределение давления по профилю.



**14. Выполните следующие задания:**

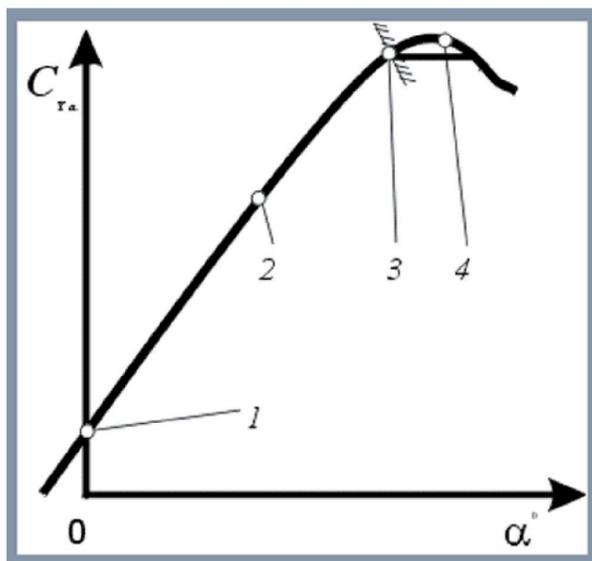
Проиллюстрируйте графически характер обтекания профиля и распределение давления по профилю, соответствующие точкам 1-5.



**15. Выполните следующие задания:**

-проиллюстрируйте графически характер обтекания профиля и распределение давления по профилю, соответствующие точкам 1-4.

-назовите характерные углы атаки, соответствующие точкам 3 и 4.



**16. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- аэродинамика;
- взаимодействие силовое, тепловое, химическое.

**17. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- скорости дозвуковые, околосзвуковые, трансзвуковые, сверхзвуковые, гиперзвуковые.

**18. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- эксперимент аэродинамический;
- принцип обратимости;
- весы аэродинамические;
- критерии подобия определяющие;
- труба аэродинамическая;
- спектр аэродинамический.

**19. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- поток невозмущенный;
- поток возмущенный;
- пограничный ламинарный;
- пограничный турбулентный;
- струя спутная;
- поток свободный;
- эпюра поля скоростей;

- срыв потока;
- эпюра давления;
- мидель.

**20. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- сила полная аэродинамическая;
- центр давления;
- сила подъемная;
- сила сопротивления лобового;
- сила сопротивления индуктивного;
- сила боковая.

**21. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- движение неустановившееся;
- гипотеза неразрывности среды;
- газ идеальный сжимаемый;
- газ идеальный несжимаемый.

**22. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- уравнение неразрывности;
- трубка тока;
- расход газа массовый секундный;
- уравнение Бернулли;
- напор скоростной;
- давление статическое;
- циркуляция скорости;
- вихрь П-образный.

**23. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- системы осей координат;
- углы атаки характерные;
- углы тангажа, крена, рыскания, скольжения.

**24. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- коэффициенты безразмерные сил аэродинамических;
- поляра;
- отвал поляры;
- диапазон летных углов атаки.

**25. Проверьте, как Вы уяснили материал и способны ли Вы графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:**

- возмущения слабые;
- волна ударная;
- скачок уплотнения;
- сопротивление волновое;
- барьер звуковой;
- нагрев кинетический.

#### **Критерии оценки**

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- самостоятельно и рационально выбрал методы расчета;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по практической работе;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объёме;
- неправильно выбрал методы расчета;
- не предоставил отчет по практической либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

**Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания  
результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Динамика полета вертолета» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Динамика полета вертолета» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практической работы, выполнения расчетно-графической работы и реферата) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) - оценивается с помощью подготовки и обсуждения рефератов, проверки конспектов;
- степень освоения теоретических знаний – оценивается с помощью подготовки и обсуждения рефератов;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы – оценивается в ходе защиты практических работ и расчетно-графической работы;
- результаты самостоятельной работы – оцениваются в ходе защиты расчетно-графической работы.

**Промежуточная аттестация.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Динамика полета вертолета» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Динамика полета вертолета» предусмотрено проведение экзамена в устной форме с использованием оценочного средства – устный опрос в форме ответов на вопросы. На зачете студент берет билет, в котором содержится вопрос по дисциплине из списка вопросов для Экзамена. Студент готовится в течение 40 минут, после чего отвечает на вопрос и дополнительные вопросы, которые может задать преподаватель.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине  
«Динамика полета вертолета»**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
от 86 до 100%	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил понятия, определения и законы динамики полета, их связь с конструкцией летательного аппарата и расчетом режимов полета. Умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно осуществляет решение расчетных и проектных задач. Правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками применения законов аэродинамики и динамики полета к расчету режимов движения летательного аппарата.
от 76 до 85%	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он в целом знает понятия, определения и законы аэродинамики и их связь с конструкцией летательного аппарата и расчетом режимов его движения, грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения аэродинамики и динамики полета вертолета в расчетных и проектных задачах.
от 61 до 75%	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в решении расчетных и проектных задач программного курса.

менее 61%	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет расчетные и проектные задачи программного курса.
-----------	-----------------------	--