

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Казанский национальный исследовательский**  
**технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт Авиации, наземного транспорта и энергетики  
Кафедра Производство летательных аппаратов

**АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе

«Аэроупругость»

Индекс по учебному плану Б1.В.ДВ.05.02

Направление подготовки: 24.04.04 «Авиастроение»

Квалификация: магистр

Магистерская программа: Вертолетостроение

Вид(ы) профессиональной деятельности: научно-исследовательская,  
проектно- конструкторская

Разработчик: доцент кафедры ПК, к.т.н. Е.И. Николаев

Казань 2017 г.

# РАЗДЕЛ 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## 1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является на основе научных методов познания и базовой подготовки по колебаниям конструкций летательных аппаратов получение студентом знаний о явлениях аэроупругости в целом и определения критических скоростей флаттера и дивергенции конструкции вертолета и несущего винта.

## 1.2 Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление с современным состоянием аэроупругости и методики её познания;
- ознакомление с условиями работы различных типовых элементов конструкции вертолета с точки зрения явлений аэроупругости (вибрации конструкции под действием переменной во времени аэродинамической нагрузки);
- выработка умений по выбору методов расчета критических скоростей флаттера и дивергенции конструкции вертолета и несущего винта;
- изучение основных принципов проектирования устойчивой к флаттеру конструкции;
- освоение точных и приближенных аналитических и численных методов расчета критических скоростей флаттера и дивергенции конструкции вертолета и несущего винта.

## 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Базовыми дисциплинами для изучения прочности вертолета являются: высшая математика, теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика летательных аппаратов, основы конструирования, курс колебания конструкций летательных аппаратов.

## 1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

ПК-2 – владением методами проведения научных исследований;

ПК-3 – готовностью проводить инновационные инженерные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, постановку и проведение сложных экспериментов, формулировку выводов в условиях неоднозначности.

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЁ ОСВОЕНИЯ.

2.1. Структура дисциплины (модуля), ее трудоёмкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по семестрам, неделям и видам занятий

Наименование раздела (модуля) и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
Модуль №1 Введение методы решения и анализа однородных и неоднородных дифференциальных уравнений.							ФОС ТК-1 тесты
Тема 1.1 Критерии оценки устойчивости движения	78	4	4	4	66	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Модуль №2. Введение в аэроупругость авиационных конструкций							ФОС ТК-2 тесты
Тема 2.1 Сущность явлений аэроупругости	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Тема 2.2 Примеры явлений аэроупругости	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Тема 2.3. Механизм возникновения сил, возбуждающих флаттер лопасти несущего винта	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Модуль №3 Расчет критических скоростей флаттера и дивергенции крыла и лопасти несущего винта вертолета							ФОС ТК-3 тесты
Тема 3.1 Определение критических скоростей для упруго-закрепленного профиля (полужесткая схема)	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Тема 3.2 Флаттер прямой консольно-защемленной лопасти	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Тема 3.3 Маховый флаттер лопасти изолированной на режиме осевого обтекания	41	2	2	2	35	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Текущий контроль
Экзамен	36				36		ФОС ПА типовое задание
Всего по модулю	272	16	16		240		
<i>Практический модуль (курсовой проект)</i>							
Раздел 4							ФОС ТК-4
Тема 4.1 Модель лопасти	28			4	24	ПК-8 (ЗУВ)	Раздел

Наименование раздела (модуля) и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
в упругой постановке с учетом центробежных сил.						ПК-10 (ЗУВ)	курсового проекта
Раздел 5							ФОС ТК-5
Тема 5.1 Разработка мат. модели лопасти на висении в аэроупругой постановке.	30			6	24	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Раздел курсового проекта
Раздел 6							ФОС ТК-6
Тема 6.1 Математическая модель лопасти в аэроупругой постановке при поступательном движении	30			6	24	ПК-8 (ЗУВ) ПК-10 (ЗУВ)	Раздел курсового проекта
Зачет с оценкой							ФОС ПА
Всего по модулю:	88			16	72		
ИТОГО:	360	16	16	16	312		

## РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

### 4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

#### 4.1.1. Основная литература

1. Динамика полета: учебник для студ. авиац. спец. вузов / А. М. Мхитарян [и др.] ; под ред. А. М. Мхитаряна, 2012. - 424 с. (97 экз.)

#### 4.1.2. Дополнительная литература

1. Михеев Р.А. Прочность вертолетов. Учебник для авиационных специальностей вузов. – Москва: Машиностроение. 1984. – 280 с.
2. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность. Учебное пособие. – Москва: Машиностроение. 1973. – 392 с.
3. Митрайкин В.И. и др. Неразрушающий контроль композиционных конструкций компьютерным томографом. Монография. Казань: Изд-во КГТУ. 2011. – 192 с.
4. Селин И.С., Фирсов В.А., Николаев Е.И. Колебания агрегатов вертолета. Учебное пособие. Казань: Изд-во КГТУ, 2008. - 204 с.
5. Голованов А.И., Тюленева О.Н., Шигабутдинов А.Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. – Москва: Физматлит, 2006. - 392с.
6. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженеров. Практическое руководство. – Москва: Изд-во «Едиториал УРСС», 2004, - 272 с.
7. Костин В.А., Снегуренко А.П. Теория и практика решения обратных задач прочности летательных аппаратов. Учебное пособие. Казань: Изд-во КГТУ, 2004. – 367 с.
8. Николаев Е.И. Аэроупругость несущего винта. Курс лекций. КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева. Казань, 2015 г.

#### 4.1.3. Методические рекомендации для студентов

Изучение лекционного материала выполняется с использованием личных записей студента, материалов лекций в электронном виде и рекомендованной литературы. В результате самоподготовки студент должен ответить на контрольные вопросы по разделам курса, приведенным в рабочей программе дисциплины.

В соответствии с программой курса студент очной формы обучения должен выполнить 3 лабораторные работы во 3-ом семестре и самостоятельно проработать учебный материал. По результатам выполнения задания лабораторных работ оформляется отчет. Лабораторная работа засчитывается после защиты отчета. При сдаче отчета студент должен продемонстрировать умение использовать средства, освоенные на лабораторной работе, при решении подобных задач, формулировать ответы на вопросы по теме лабораторной работы.

В соответствии с программой курса студент очной формы обучения должен самостоятельно под руководством преподавателя выполнить курсовую работу и защитить ее, показав удовлетворительное знание материалов, приведенных в отчете по курсовой работе.

При подготовке к сдаче отчета о выполненной работе рекомендуется продумать ответы на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях. Для самопроверки усвоение материала лабораторных работ предназначаются контрольные вопросы в методических указаниях.

Студент допускается к зачету в 3-ом семестре после выполнения и защиты отчетов лабораторных работ и после сдачи курсовой работу преподавателю, ведущему курсовую работу.

При подготовке к экзамену рекомендуется повторить материалы лекций. При недостаточном понимании теоретических вопросов и затруднениях при решении задач следует посещать консультации преподавателя.

Для сдачи экзамена необходимо удовлетворительно ответить на вопросы билета.



#### **4.1.4. Методические рекомендации для преподавателей**

Изучение дисциплины производится последовательно в соответствии с тематическим планом по выполнению каждой лабораторной работы. Самостоятельному изучению материала предшествуют лекции.

Для успешного усвоения материала каждому студенту предоставляется в электронном виде материалы, отражающие основные положения теоретических основ и практических методов, изучаемых в дисциплине.

В качестве примера оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации предлагается использовать контрольные вопросы.

#### **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.2.1. Основное информационное обеспечение:**

1. Николаев Е.И. Курс лекций аэроупругость несущего винта. [Электронный ресурс] Курс дистанционного обучения магистров по направлению подготовки 24.04.04 – Авиастроение ФГОС-3 / КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева. Казань, 2015 г. – доступ по логину и паролю

#### **4.3 Кадровое обеспечение**

##### **4.3.1 Базовое образование**

Высшее образование в предметной области авиастроения и/или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области авиастроения и/или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

Доценты и профессора кафедры «Прочности конструкций, окончившие факультет ЛА КАИ и аспирантуру по профилю кафедры (Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов и Аэродинамика и тепловые режимы летательных аппаратов).

##### **4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и/или методических работ по организации и методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению авиастроения, выполненных в течение трех последних лет.

##### **4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются преподаватели, имеющие: стаж научно-педагогической работы (не менее 5 лет), практический опыт работы по данному направлению на должностях руководителей или ведущих специалистов более 5 последних лет, имеющие сертификат о повышении квалификации по профилю преподаваемой дисциплины или в области информатики и вычислительной техники (1 раз в 3 года).