

**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 конструкций и проектирования летательных аппаратов**

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе

**«Аэроупругость»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.04.02**

Специальность: **24.05.07 – Самолето- и вертолетостроение**

Квалификация: **Инженер**

Специализация: **Вертолетостроение**

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторская**

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

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-5** - готовностью разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций

**ПК-9** - готовностью создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции

**ПСК-2.1** - способностью и готовностью участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения

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

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	13	5	2		6	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	Текущий контроль
Модуль №2. Введение в аэроупругость авиационных конструкций							ФОС ТК-2 тесты
Тема 2.1 Сущность явлений аэроупругости	13	5	2		6	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Тема 2.2 Примеры явлений аэроупругости	13	5	2		6	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Тема 2.3. Механизм возникновения сил, возбуждающих флаттер лопасти несущего винта	13	5	2		6	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (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)	17	5	2		10	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Тема 3.2 Флаттер прямой консольно-защемленного крыла	19	5	4		10	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Тема 3.3 Маховый	20	6	4		10	ПК-5 (ЗУВ)	Текущий

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.		
флаттер изолированного крыла на режиме осевого обтекания						ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	контроль
Курсовая работа	36				36		
Экзамен:	36				36		ФОС ПА-1 типовое задание
Всего за семестр	180	36	18		126		
Раздел 4							ФОС ТК-4 тесты
Модель лопасти в упругой постановке с учетом центробежных сил.	24	8	8	4	4	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Раздел 5							ФОС ТК-5 тесты
Разработка мат. модели лопасти на висении в аэроупругой постановке.	24	8	8	4	4	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Раздел 6							ФОС ТК-6 тесты
Математическая модель лопасти в аэроупругой постановке при поступательном движении	24	8	8	4	4	ПК-5 (ЗУВ) ПК-9 (ЗУВ) ПСК-2.1 (ЗУВ)	
Экзамен	36				36		ФОС ПА-2 типовое задание
Всего за семестр	108	24	24	12	48		
<b>ИТОГО:</b>	<b>288</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>174</b>		

## **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 втузов. – Москва: Машиностроение. 1984. – 280 с.

2. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность. Учебное пособие. – Москва: Машиностроение. 1973. – 392 с.

3. Митряйкин 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 все лабораторные работы 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 экзамену после выполнения и защиты отчетов лабораторных работ и после сдачи курсовой работы 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 специалистов по направлению подготовки 24.05.04 – 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).

Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Председатель УМК ИАНТЭ
1	2	3	4	6
1	1	01.02.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»	
2				
3				
4				
5				