



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**ПРОГРАММА  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК  
(Английский язык)  
для всех научных специальностей**

- 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
- 1.6.18. Науки об атмосфере и климате
- 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте
- 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика
- 5.1.3. Частно-правовые и цивилистические науки

Санкт-Петербург  
2025

## 1 Цели кандидатского экзамена

**Основная цель кандидатского экзамена** - проверка иноязычной компетенции, включающей умения письменной научной речи аспиранта, а также умения устно представить материалы собственного научного исследования, т.е. владением научной картиной мира в области авиации. Её достижение предполагает решение следующих **задач**:

- использование категориального аппарата и специальной терминологии на английском языке с привлечением основных типов двуязычных словарей в процессе научного перевода;

- анализ научных текстов авиационной тематики в их жанровом многообразии;
- реферирование, рецензирование и анализ основных типов текстов в сфере научной межкультурной коммуникации на английском языке;
- владение умением представлять собственное научное исследование и ведения научной дискуссии в рамках академического этикета;
- владение приемами перевода научного аутентичного текста;
- владение умением работы с текстами изучающего и поискового чтения;
- владение приемами быстрого извлечения информации из текста.

Кандидатский экзамен обеспечивает проверку подготовки аспиранта к научно-исследовательской профессиональной деятельности на английском языке.

На кандидатском экзамене аспирант / соискатель (*под соискателем понимается лицо прикрепленное к университету для сдачи кандидатских экзаменов или для прикрепления/ для написания диссертации без освоения программ высшего образования - программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре*) должен продемонстрировать умение пользоваться иностранным языком как средством профессионального общения в научной среде.

Аспирант (соискатель) должен владеть орфографической, орфоэпической, лексической и грамматической нормами изучаемого языка и правильно их использовать в межкультурной устной и письменной научной коммуникации.

В процессе *говoreния* на кандидатском экзамене аспирант (соискатель) должен продемонстрировать владение подготовленной научной монологической речью, а также неподготовленной монологической и диалогической речью в ситуации научного официального общения в пределах программных требований.

В процессе *чтения* аспирант (соискатель) должен продемонстрировать умение читать и понимать оригинальную научную литературу по специаль-

ности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые и профессиональные знания и контекстуальную догадку.

В процессе *письменного перевода* аспирант (соискатель) должен показать владение научными терминами, умение адекватного перевода и владение грамотным русским языком.

Основная **цель** кандидатского экзамена: проверка иноязычной компетенции, включающей умения письменной научной речи аспиранта (соискателя), а также умения устно представить материалы собственного научного исследования, т.е. владением в области научной специальности в области авиации.

**Задачи** кандидатского экзамена:

- использование категориального аппарата и специальной терминологии на иностранном языке с привлечением основных типов двуязычных словарей в процессе научного перевода;
- анализ научных текстов авиационной тематики в их жанровом многообразии;
- реферирование, рецензирование и анализ основных типов текстов в сфере научной межкультурной коммуникации на иностранном языке;
- владение умением представлять собственное научное исследование и ведение научной дискуссии в рамках академического этикета;
- владение приемами перевода научного аутентичного текста;
- владение умением работы с текстами изучающего и поискового чтения;
- владение приемами быстрого извлечения информации из текста.

## **2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. **Белякова, Е. И.** Английский язык для аспирантов. [Текст] / Е. И. Белякова. М.: Вузовский учебник, 2019, 188 с.- ISBN 978-5-9558-0306-7

2. **Жехрова, М.В.** Step into Science. Part I Учебное пособие для аспирантов, обучающихся по научным специальностям 2.9.6 "Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники", 2.9.1 "Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте" для подготовки к сдаче кандидатского экзамена по Иностранному языку и проведению научного исследования: учебное издание / М. В. Жехрова. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации им. А.А. Новикова, 2023. - 658 с.

3. **Камянова, Т.** Практический курс английского языка. ENGLISH: Учебник для вузов [Текст] / Т. Камянова. - 9-е изд., стер. - М. : Дом Славян-

ской Книги, 2017. - 384с. - Дисциплина "Английский язык". - ISBN 978-5-91503-308-4 : 322,00-4 экземпляра

4. **Качалова, К. Н.** Практическая грамматика английского языка с упражнениями и ключами: Учебник для вузов [Текст] / К. Н. Качалова, Е. Е. Израилевич. - КАРО : СПб., 2014. - 608с. - Дисциплина "Английский язык". - ISBN 978-5-9925-0716-4 : 274,00.- 20 экземпляров

5. **Emeri, H.** Check Your Aviation English. For ICAO compliance + 2CD [Текст] / H. Emeri, A. Roberts. - Oxford : Macmillan, 2010. - 127с. - Дисциплина "Авиационный английский язык". - ISBN 978-0-230-40205-8 : 1000,00. – 20 экземпляров

6. **Stephens, Bryan.** Meetings in English. Be effective in international meetings [Текст] / Stephens Bryan. - б/м: Macmillan, 2015. - 112с. - Дисциплина "Английский язык". - ISBN 978-0-2304-0192-1.-1экземпляр

б) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

7. **Высшая аттестационная комиссия** [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vak.ed.gov.ru/>свободный (дата обращения 10.01.2018)

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения 15.01.2018)

9. **Электронная библиотека РФФИ** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> (дата обращения 15.01.2018)

10. **Международный научно-образовательный сайт EqWorld** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm> (дата обращения 15.01.2018)

11. **Электронная библиотека «ЮРАЙТ»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения 15.01.2018)

12. **Официальный сервис публикации научных статей в базе данных Scopus** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.scopus.su/?yclid=3951429372313358209> (дата обращения 15.01.2018)

**13. Официальный сервис публикации научных статей в базе данных WoS(ESCI)** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://info.clarivate.com/rcis> (дата обращения 15.01.2018)

**14. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com> (дата обращения 15.01.2018)

### 3 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория 513, оборудованная ПК, наушниками, интерактивной доской и мультимедийным проектором: доска цифровая, доска маркерная, проектор (Casio), экран, ноутбук, 1 - стол преподавательский, 15 – монопарт со стулом, 15 - посадочных мест, наглядные пособия – плакаты; оснащен лингафонным оборудованием.

Лицензионное оборудование:

- Microsoft Windows XP Prof (лицензия №43471843 от 07 февраля 2008 года).
- Kasperskiy AntiVirus Suite для WKS и FS (лицензия №1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года).
- Abbyy Fine Reader 10 Corporate Edition (лицензия №AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года).
- CD-ROM **New Inside Out**. Julie Moore (лицензия **ISBN: 978-14050-9953-0** Version 1.0.0108 Impression 14 Macmillan Publishers Limited 2008).
- CD-ROM **Intermediate Language Practice**. (лицензия Version 1/0/0908 Impression 4 **ISBN: 978-0-2307-2700-7** Macmillan Publishers Limited 2010).
- CD-ROM **Total English**. Intermediate. Antonia Clare and JJ Wilson. (лицензия **ISBN: 1405800577** Pearson Education Limited 2006).
- CD-ROM **Straightforward**. Intermediate. Nick Lloyd. (лицензия **ISBN: 978-0-230-1256-1** Version 1.0.0703 Impression 5. Macmillan Publishers Limited 2007).
- CD-ROM Macmillan **English Grammar in Context**. Intermediate. Kevin McNicholas. (лицензия **ISBN: 978-1-4050-7142-0** Version 1.0.0711 Impression 19 Macmillan Publishers Limited 2008).
- CD-ROM Macmillan **English Grammar in Context**. Essential. Kevin McNicholas. (лицензия **ISBN: 978-1-4050-7050-8** Macmillan Publishers Limited 2008).

- CD-ROM Macmillan **English Grammar in Context**. Essential. Simon Clarke and Kevin McNicholas. (лицензия **ISBN: 978-1-4050-7053-9** Version 1.0.0801 Impression 5. Macmillan Publishers Limited 2008).
- CD-ROM **Check your Aviation English**. Henry Emery and Andy Roberts (лицензия **ISBN: 978-0-230-40206-5** Macmillan Publishers Limited 2010).
- CD-ROM **Aviation English**. Martin Barge and William Tweddle with Henry Emery and Andy Roberts (to run on Windows 2000, XP and Vista). (лицензия **ISBN: 978-0-230-02756-5** Version 1.0.0802 Impression 1 [www.e-s-p.eu.com](http://www.e-s-p.eu.com). Macmillan Publishers Limited 2008).
- CD-ROM **Air speak**. Radiotelephony Communication for pilot. P.A. Robertson. Centre of Applied linguistics. Prentice Hall. New-York. London. Toronto. Sydney. Tokyo. (лицензия **ISBN: 978-1-4058-9758-7** Air speak Macmillan Publishers Limited 2008).

Презентационные материалы в формате Power Point.

Сопутствующие материалы, необходимые для выполнения работы в электронном и печатном виде.

#### **4 Образовательные и информационные технологии**

В структуре кандидатского экзамена в рамках реализации компетентностного подхода в учебном процессе используются следующие образовательные технологии: самостоятельная работа аспиранта (СРС).

**Самостоятельная работа:** имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение заданий, подготовку к предстоящему кандидатскому экзамену. Она предусматривает, как правило, самостоятельное изучение научных аутентичных источников. Основной целью самостоятельной работы является развитие умений работать с научно-теоретической литературой. Самостоятельная работа проводится для того, чтобы аспирант (соискатель) умел самостоятельно изучать, анализировать, перерабатывать и излагать материал.

#### **5 Фонд оценочных средств для проведения кандидатского экзамена**

**Письменный реферат:** К кандидатскому экзамену по иностранному языку допускаются лица, подготовившие *реферат* – письменный перевод на русский язык оригинального научного текста по научной специальности.

Письменный перевод научного текста по специальности на русский язык должен содержать объем текста – не менее 15000 печатных знаков.

Самостоятельная работа аспиранта (соискателя) в процессе подготовки реферата включает:

- самостоятельный подбор научного издания на иностранном языке для реферирования, его изучение, конспектирование, анализ;
- индивидуальную творческую работу по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации;
- завершающий этап самостоятельной работы – написание реферата, содержащего список прочитанного материала;
- развитие умения просмотрового чтения.

Реферат должен содержать письменный перевод на русский язык, литературу, ссылки на оригинальные статьи, приложение, словарь терминов по научной специальности (не менее 30 терминов). При выборе научной литературы на языке оригинала, рекомендуется пользоваться современными научными изданиями как печатными, так и электронными в сети Интернет: журналами, зарубежными монографиями, диссертациями, газетами, производственно-практическими изданиями, бюллетенями, сборниками, дайджестами, материалами зарубежных конференций.

Запрещено брать следующие тексты для переводов: статьи научных руководителей, изданных в зарубежных изданиях; руководств по эксплуатации воздушных судов и иных технических средств, технической документации.

Преподаватель (заведующий кафедрой, профессор или доцент) кафедры №7 "Языковой подготовки" проверяет выборочно перевод прочитанной аспирантом (соискателем) оригинальной литературы по специальности.

Успешное выполнение письменного перевода является условием допуска к кандидатскому экзамену.

Цель работы над рефератом – отразить тему исследования аспиранта (соискателя) путем чтения научной литературы на иностранном языке.

**Структура реферата:** титульный лист, содержание, используемые в статье сокращения, перевод оригинального текста статьи или перечисленной выше литературы, список источников (ссылок на оригинальный материал), приложение, которое содержит непосредственно оригинальный текст для проверки выше представленного перевода, страницы.

Аспирант (соискатель) обязан сдать преподавателю реферат с учетом оформления письменного перевода: интервал - 1,5, шрифт - 14 пт., поля: слева - 30 мм, справа - 10 мм, вверху - 20 мм, внизу - 25 мм.

Допуск, полученный от преподавателя, является основанием для включения аспиранта (соискателя) в приказ на сдачу кандидатского экзамена.

\*Соискатели прикрепленные исключительно для сдачи кандидатского минимума - реферат не требуется.

***Образец титульного листа и содержание реферата:***



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ им. А.А. НОВИКОВА»**

**(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова)**

Кафедра №21 «Летной эксплуатации и безопасности полетов в гражданской авиации»

**РЕФЕРАТ**

по дисциплине «Иностранный язык»

Тема: Совершенствование методов контроля состояния авиационного двигателя CFM56

Выполнит  
аспирант группы А-391  
очной формы обучения  
факультета ИЭФ  
Летягин Игорь Вячеславович

Научный руководитель:  
Иванов Денис Анатольевич  
д.т.н., профессор

Санкт-Петербург

2025

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

CC	Камера сгорания	MEE	Двигатель повышенной электрификации
CV	Контроль объема	PEC	Электронный преобразователь мощности
ECS	Система экологического контроля	SFC	Удельный расход топлива ( $\text{г} \times \text{кН}^{-1} \times \text{с}^{-1}$ )
EES	Электронный контроль систем двигателя	SLS	Изменение высоты над уровнем моря
EGT	Температура выхлопных газов	SM	Уровень выбросов
EOM	Режим работы двигателя	VBVs	Регулируемые впускные клапаны
EPS	Система электропитания	VSVs	Статорные лопатки изменяемой геометрии
EPT	Система передачи электроэнергии	$J$	Инерция вала ( $\text{кг} \times \text{м}^2$ )
HP	Высокое давление	$P$	Мощность (Ватт)
HPC	Компрессор высокого давления	$R$	Удельная газовая постоянная ( $\text{J} \text{кг}^{-1} \times \text{K}^{-1}$ )
HPT	Турбина высокого давления	$T$	Температура ( $^{\circ}\text{K}$ )
ICV	Расширенный контроль объема	$V$	Объем ( $\text{м}^3$ )
LP	Низкое давление	$m$	Масса (кг)
LPC	Компрессор низкого давления	$P$	Давление (Па)
LPT	Турбина низкого давления	$t$	Время (с)
MEA	Самолет повышенной электрификации	$\omega$	Скорость ( $\text{рад} \times \text{с}^{-1}$ )

## Содержание

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	3
1. ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ЛОПАТОК ДВИГАТЕЛЯ CFM56.....	4
2. БОРОСКОПИЧЕСКАЯ ИНСПЕКЦИЯ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (НРТ) ДВИГАТЕЛЯ CFM56-7B.....	11
3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ CFM56-3 ПУТЕМ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	16
4. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	30

## 1. ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ЛОПАТОК ДВИГАТЕЛЯ CFM56

**Аннотация.** Авиационный двигатель — термодинамический агрегат, который должен соответствовать заявленным характеристикам и выдерживать заданные нагрузки. Механическая нагрузка, прочность и долговечность во многом зависят от срока службы его основных компонентов. В работе проводится исследование максимальных показателей прочности лопаток вентилятора двигателя CFM56-7B, которые существенно влияют на надежность двигателя. Моделирование выполняется с помощью программного обеспечения САПР. Рассчитывается распределение центробежных напряжений при различных скоростях, влияние крутящего момента и проверяется статическая прочность лопаток.

**Ключевые слова:** турбовинтовой двигатель, лопатки, прочность, повреждения, техническое обслуживание.

### Введение

CFM56 — двигатель с КПД обходным турбонаддувом, основанный на базе технологии F101 и предназначенный для удовлетворения потребностей международного рынка военных и гражданских самолетов в конце 1980-х годов, разработанный компанией CFM International (CFMI), в состав которой входят американская корпорация General Electric и французский концерн SNECMA. С тех пор, как в ноябре 1979 г. первая модель CFM56-2 получила сертификат летной годности, к 2005 г. она превратилась в 6-ю серию: CFM56-3, CFM56-5A, CFM56-5B, CFM56-5c, CFM56-7 и т.д., всего 28 моделей, тяга которых составляет от 71 до 151 кН и стала движущей силой 22 типов самолетов. Авиационный двигатель - это главный силовой агрегат самолета, а лопатки вентилятора являются одними из важнейших его компонентов, и их эксплуатационные характеристики напрямую влияют на работу всего двигателя.

### Расчет напряжений лопаток вентилятора

Поскольку конструкция, условия нагрузки и прочность лопаток вентилятора — это все пространственные свойства, то необходимо провести конечно-элементный анализ лопаток вентилятора, прежде чем рассчитывать их напряжения при центробежной нагрузке. Предпосылками для анализа упругих напряжений линии лопаток являются следующие [1][2]: (1) Деформация лопасти при работе мала. В целом, величина деформации не

## The Strength Analysis of CFM56 Engine Blade

Zhenzhen Liu<sup>1</sup>, Zhixiong Chen<sup>1</sup>, Jin Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nanchang Hangkong University, School of Aircraft Engineering, student, 2017, China

<sup>2</sup> Shanghai University of Engineering Science, School of Automotive Engineering, associate professor, 2017, China

**Abstract.** Aero engine is a kind of thermodynamic machinery, which require have strict aerodynamic load, mechanical load and strong durability, its longevity depends largely on the life of its main components. In this paper, a series of studies are carried out on the strength of fan blades of CFM56 engine, which provide a reference value for improving the reliability of the engine. The finite element model of the engine fan is established by using CATIA's finite element software. The centrifugal stress distribution of the fan at different speeds and the influence of torque on fans under different speeds are calculated respectively, and the static strength of the fan is checked.

### 1 Introduction

The CFM56 is a high ratio bypass turbofan engine, which is based on F101 core technology, to meet the needs of the international military and civilian aircraft market in late 1980s, developed by CFM international (CFMI) company, which is composed by American GE Corporation and the French SNECMA company. Since its first model CFM56-2 acquired the airworthiness certificate in November 1979, by 2005, it has developed to 6 Series: CFM56-3, CFM56-5A, CFM56-5B, CFM56-5c, CFM56-7 and so on, a total of 28 models, whose thrust has covered 71-151 kN, and has become the driving force of 22 types of aircraft. By February 2005, the use of each type of CFM56 engine reached 14553, and the cumulative working time of the engine was 274511467 flight hours and 161778396 cycles. At present, there are 5796 aircraft powered by CFM56, with an average of one aircraft taking off every 4 seconds. At the same time, about 800 CFM56 engines are used in our country.

Aeroengine is the power device of an aircraft, and it is known as the "heart" of the aircraft, so the fan is one of the important components of turbofan engine, and its performance directly affects the performance of the whole engine. The air behind the fan is divided into two roads. One road is the outer culvert, and the other is connection.

### 2 The stress calculation of fan blade

Because the structure, loading and restraint conditions of fan blades are all spatial properties, so it is necessary to do the finite element analysis of fan blades, before calculating the stress of fan blades under centrifugal load.

The precondition of the elastic stress analysis of the blade line are as follows [1][2]:

(1) The deformation of the blade is small when working. In general, the size of the deformation is not predetermined in advance and can only be estimated by experience. From the existing engine, the fan blade has smaller deformation, which can be considered to meet the requirements of small deformation.

(2) The material of the blade has not yielded at work, that is, within the elastic range. At present, most of the engine blades are designed with elastic, which can meet this requirement.

(3) There are no contact between the blades or between the blades and other parts. So, the blades are discussed in this paper does not include the tenon part, and do not consider the adjacent crown and shoulder the contact vibration.

When the blade is discretized, the stress changes in a relatively large area, such as near the hub, more dense grid should be, and in the stress change of relatively small area, such as the near tip, can share some sparse grid, it should be noted that, when the unit are divided, the size of the unit's direction should be similar, and try to make the angle of each unit is small, so as to ensure that each unit has a good character.

#### 2.1 Three dimensional fan model

According to the CFM56 engine, the fan model is set up in the 3D design software CATIA, as shown in figure 1.

The material used in the calculation is steel, and the material parameters are shown in table 1.

#### 2.2 Finite element mesh of the fan

All the units are hexahedral units, and the size of the fan is 50mm. Because of the strength calculation of the fan blades, so the size of the blades of the mesh fan blades is 20 mm. The mesh is divided into 57403 units and 18459 nodes by using the mesh division tool in CATIA software, as shown in figure 2.



Figure 1. Fan model of CFM56 engine

Table 1. Physical parameters of steel

Material	Steel
Young's modulus	$2E+011N/m^2$
Poisson's ratio	0.266
Density	$7860kg/m^3$
Coefficient of thermal expansion	$1.17E-005/deg$
Yield strength	$2.5E+008N/m^2$



Figure 2. Finite element mesh of fan

### 2.3 Calculation of load and boundary conditions

#### 2.3.1 Load characteristic of blade

The fan blades rotate around the engine axis at working, and the loads are included in the centrifugal force, aerodynamic force and thermal load.

The aerodynamic force is a kind of surface distribution pressure, it exerts effect on each surface of the blade, but it is not evenly distributed, its distribution along the leaf height direction and leaf width direction are not uniform. The aerodynamic field can be calculated accurately by the cascade passage and 3D flow field, but it is a larger workload. In general, aerodynamic forces should be taken into account when stress analysis is performed on the blade, but sometimes it can not be considered due to the lack of relevant data. The centrifugal stress on the fan blade is much larger than the aerodynamic stress, so ignoring the aerodynamic force has little effect on the analysis results.

Centrifugal force is a volumetric force, which is directly proportional to the mass, radius and the square of speed. It mainly causes the blade to generate radial tensile stress, which at the same time produces twisting stress for the twisted blade. The thermal load is generated when the blades are heated and the deformation of each part is restricted. Thermal stress generated by thermal load is not only related to the temperature gradient of the blade but also related to the geometric constraints on the blade. The larger the temperature gradient of the blade, the tighter the geometric constraint, the greater the thermal stress. Therefore, the thermal load is usually described by the temperature field and is closely related to the geometric boundary conditions. Strictly speaking, all the blades have the effect of thermal load, but for the fan blade, due to low temperature and uniform temperature distribution, and the thermal stress is not large, so the stress analysis is often neglected.

#### 2.3.2 Analysis and calculation of centrifugal force

It is known by 2.3.1 that the stress analysis of the blade only needs to consider the influence of the centrifugal force. So this paper only calculates and analyzes the strength of the fan blade under the centrifugal load. The deformation and stress of the fan blade are calculated by the software CATIA. The rated speed of the fan is 14460 r/min. In order to analyze the stress distribution of fans at different speeds, three speeds of 8000 r/min, 14460 r/min and 20000 r/min are analyzed. The finite element software CATIA is used to analyze the stress at different speeds, as shown in Figure 3 to 4.

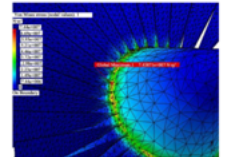


Figure 3. The stress distribution of fan at 8000r/min

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Реферат сдается на кафедру №7 «Языковой подготовки» (521/519 каб.) не позднее, чем за 2 недели до экзаменационной сессии.

Преподаватель, обеспечивающий реализацию дисциплины, оценивает подготовленный реферат по системе «зачтено / не зачтено». При наличии оценки «зачтено» аспирант или соискатель допускается к сдаче кандидатского экзамена по иностранному языку.

## 6 Описание шкалы оценивания знаний, умений и навыков аспирантов на кандидатском экзамене

Описание шкалы оценивания
<p><b>«Отлично»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-полное, правильное и уверенное изложение аспирантом темы исследования;</li> <li>-уверенное владение обучающимся понятийно-категориальным аппаратом; логически последовательное, взаимосвязанное и правильное структурированное изложение аспирантом материала, умения устанавливать и проследживать причинно-следственные связи между событиями, процессами и явлениями;</li> <li>-приведение аспирантом надлежащей аргументации, наличие у аспиранта логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов;</li> <li>-лаконичный и правильный ответ аспиранта на дополнительные вопросы преподавателя;</li> <li>-максимально точное извлечение основной информации как в изучающем, так и в просмотровом чтении;</li> <li>-перевод характеризуется адекватностью, отсутствием смысловых искажений, соответствием норме и узусу языка перевода, включая термины.</li> </ul> <p><b>«Хорошо»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-недостаточная полнота изложения аспирантом темы исследования; допущение аспирантом незначительных ошибок и неточностей при изложении материала исследования;</li> <li>-допущение аспирантом незначительных ошибок и неточностей при использовании в ходе ответа отдельных понятий и категорий дисциплины;</li> <li>-нарушение аспирантом логической последовательности, взаимосвязи и структуры изложения материала исследования, недостаточное умение аспиранта устанавливать и проследживать причинно-следственные связи между событиями, процессами и явлениями;</li> <li>-приведение аспирантом слабой аргументации, наличие недостаточно логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов;</li> <li>-допущение аспирантом незначительных ошибок и неточностей при ответе на дополнительные вопросы преподавателя;</li> <li>не очень точное извлечение основной информации как в изучающем, так и в просмотровом чтении;</li> </ul>

### Описание шкалы оценивания

-перевод характеризуется адекватностью, отсутствием смысловых искажений, соответствием норме и узусу языка перевода, включая термины.

Любой из указанных недостатков или их определенная совокупность могут служить основанием для выставления обучающемуся оценки «хорошо».

#### «Удовлетворительно»:

-допущение аспирантом существенных грамматических ошибок при изложении темы исследования;

-допущение аспирантом лексических ошибок в использовании основных понятий и категорий научного исследования;

-существенное нарушение или отсутствие логической последовательности, взаимосвязи и структуры изложения темы исследования аспиранта, неумение устанавливать и прослеживать причинно-следственные связи между событиями, процессами и явлениями;

-отсутствие у аспиранта аргументации, логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов; невозможность дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя;

неспособность полностью самостоятельно говорить, но аспирант может отвечать на наводящие вопросы преподавателя;

-неточное извлечение основной информации как в изучающем, так и в просмотровом чтении;

-перевод не характеризуется адекватностью, есть смысловые искажения, не всегда есть соответствие норме и узусу языка перевода, включая термины.

Любой из указанных недостатков или их определенная совокупность могут служить основанием для выставления аспиранту оценки «удовлетворительно».

#### «Неудовлетворительно»:

-отказ аспиранта от ответа без указания причин;

неспособность изложения аспирантом темы научного исследования;

-допущение аспирантом существенных ошибок при изложении темы научного исследования;

-невладение аспирантом понятиями и категориями темы исследования;

неспособность аспиранта дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя;

-неверное извлечение основной информации как в изучающем, так и в просмотровом чтении;

Описание шкалы оценивания
---------------------------

-перевод характеризуется отсутствием адекватности, наличием смысловых искажений, несоответствием норме и узусу языка перевода, включая термины.
---

Любой из указанных недостатков или их совокупность могут служить основанием для выставления аспиранту оценки «неудовлетворительно».
---

Кандидатский экзамен по специальности разрабатывается индивидуально для каждого аспиранта или соискателя с учетом области его научных исследований и темы диссертационной работы и утверждается Ученым Советом факультета.

При сдаче кандидатского экзамена на оценку неудовлетворительно – экзамен должен быть пересдан в рамках дополнительной сессии.

При сдаче кандидатского экзамена на оценку удовлетворительно-хорошо – экзамен не пересдается с целью улучшения результата.

### **6.1 Содержание и структура кандидатского экзамена по дисциплине «Иностранный язык (Английский язык)»**

На кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать умение пользоваться иностранным языком как средством профессионального общения в научной среде.

Аспирант должен владеть орфографической, орфоэпической, лексической и грамматической нормами изучаемого языка и правильно их использовать в межкультурной устной и письменной научной коммуникации.

В процессе *говoreния* на кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать владение подготовленной научной монологической речью, а также неподготовленной монологической и диалогической речью в ситуации научного официального общения в пределах программных требований.

В процессе *чтения* аспирант должен продемонстрировать умение читать и понимать оригинальную научную литературу по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые и профессиональные знания и контекстуальную догадку.

В процессе *письменного перевода* аспирант должен показать владение научными терминами, умение адекватного перевода и владение грамотным русским языком.

## Структура кандидатского экзамена

**I.** На первом этапе (**письменный этап**) экзаменуемый выполняет письменный перевод со словарём - *изучающее чтение* аутентичного текста по специальности. Объем текста 2500-3000 печатных знаков. Время выполнения задания письменного этапа 60 минут. Проверка осуществляется путем передачи извлеченной информации на иностранном языке у аспирантов (соискателей) гуманитарных специальностей и на русском языке у аспирантов (соискателей) технических (и/или) естественнонаучных специальностей.

Качество перевода оценивается по системе «зачтено / не зачтено». Успешное выполнение письменного перевода является условием допуска ко второму этапу экзамена.

**II.** Второй этап (**устный этап**) экзамена по иностранному языку проводится устно и включает в себя два задания:

1. *Просмотровое чтение* аутентичного текста по специальности. Объем текста 1000-1500 печатных знаков. Время выполнения 2-3 минуты. Целью такого чтения является вычленение информации об общем содержании текста. Рекомендуемые упражнения для самостоятельной работы: попытайтесь просмотреть текст по диагонали, вычлените ключевые слова из «диагонали» и названия текста. Просмотрите только центральную часть текста и постарайтесь определить содержание текста, сделайте то же самое с правым и левым краем текста.

Проверка осуществляется путем передачи основной информации на иностранном языке у аспирантов (соискателей) гуманитарных специальностей и у аспирантов (соискателей) технических (и/или) естественнонаучных специальностей на русском языке в виде аннотации.

2. *Беседа* с экзаменаторами на иностранном языке по вопросам, связанным со специальностью и научной работой аспиранта (соискателя).

Рекомендуется в процессе беседы с экзаменаторами раскрыть тему исследования, рассказать, что сделано по научной теме, какие научные теории являются основополагающими для исследования. Скорость говорения должна быть приближенной к скорости говорения носителя иностранного языка. На поставленный вопрос нужно отвечать четко, ясно и логично.

## **7 Методические рекомендации для аспирантов к программе кандидатского экзамена по иностранному языку (английскому)**

Самостоятельная работа аспиранта в процессе подготовки к кандидатскому экзамену включает:

- самостоятельный подбор научного издания на английском языке для реферирования, его изучение, конспектирование, анализ;
- индивидуальную творческую работу по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации;
- завершающий этап самостоятельной работы – написание реферата, содержащего список прочитанной литературы и электронные ссылки на источники. Предоставляется список сокращений, включающая наиболее употребительные научные лексические единицы в статье;
- развитие умения просмотрового чтения;
- развитие умений монологической и диалогической речи.

*Реферат.* Принципы систематичности и последовательности выполнения самостоятельной работы являются необходимым условием ее успешного выполнения. Принципы систематичности и последовательности выполнения самостоятельной работы являются необходимым условием ее успешного выполнения. Систематичность самостоятельной работы над рефератом предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения данной дисциплиной. Такой подход позволяет избежать дефицита времени, перегрузок, спешки. Последовательность работы означает преемственность и логику в написании реферата.

Образец реферата смотри п.5 Фонд оценочных средств для проведения кандидатского экзамена.

*Проверка передачи извлеченной информации на иностранном языке:*

Образец:

1. Чтение и письменный перевод со словарём, текста из журнальной статьи по специальности объемом 2500 печатных знаков. Время подготовки 45-60 минут.

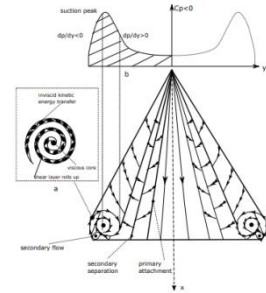
*Read the text and translate into Russian:*

### **Aerodynamic Analysis of a Supersonic Transport Aircraft at Landing Speed Conditions**

Aerodynamics of a Delta-Winged Aircraft Delta-winged aeroshapes are common for SA. The aerodynamics of such configurations, in fact, presents inter-

esting figures of merit for both subsonic and supersonic regimes. For instance, at supersonic speeds, the high sweep angle,  $\Lambda$ , of the DW allows limiting the drag increase by increasing the critical Mach number with respect to a classical straight-wing at the same AoA.

As is well known, in fact, the drag at supersonic speeds is strongly related to the wingspan. Additionally, delta planforms improve the longitudinal stability by reducing the displacement of the aerodynamic centre toward the tail, which takes place during the acceleration to supersonic speeds. As far as subsonic speed is concerned, delta-winged aircraft are characterized by the VL phenomenon. This lift contribution is so important that several aircraft configurations also feature highly swept lifting surfaces in front of the wing, called wing strakes.



**Vortex-Lift Phenomenon** According to small disturbance assumptions, the aerodynamics of the DW was modelled by the slender wing theory (SWT). It accurately expresses the lift coefficient ( $C_L$ ) as a function of the AoA,  $\alpha$ , and wing AR: Equation (1) indicates that a lower AR results in a lower lift coefficient at a low speed, thus leading to extremely long take-off runs and high landing speeds.

Fortunately, highly sweptback delta wings are able to produce strong vortices on their leeward side, which lower the air pressure there and cause lift to be greatly increased when flying at high AoAs (i.e., take-off and landing); see Figure 2.

As shown in the figure, the rather high-speed flow induced by these vortices determines two large suction peaks on the wing leeward side. Therefore, with the VL phenomenon, leading edge flow separation provides an additional  $C_L$  contribution with respect to that predicted by the linear theory (Equation (1)) of Jones. In particular, this extra contribution is referred to as the nonlinear increase of lift, due to its rapid increase with the AoA. This allows SA to approach runways with rather low landing speeds when flying at an AoA greater than about  $5\text{--}10^\circ$  (depending on the leading edge radius). However, by further increasing the AoA, say up to about  $30\text{--}40^\circ$  (depending on the wing AR), leading edge vortices can become unstable due to the adverse pressure gradient. This leads to the well-known vortex breakdown (or vortex burst) phenomenon that results in the loss of lift (i.e., wing stall). Breakdown has also characteristic frequencies that have been found to be related to dangerous wing or fin buffeting. The primary vortex is continually fed by the leading-edge-induced separation.

*Просмотровое чтение* осуществляется в течение 2-3 минут, целью такого чтения является вычленение информации об общем содержании текста. Рекомендуемые упражнения для самостоятельной работы: попытайтесь просмотреть текст по диагонали, вычлените ключевые слова из «диагонали» и названия текста. Просмотрите только центральную часть текста и постарайтесь определить содержание текста, проделайте то же самое с правым и левым краем текста.

Образец:

2. Просмотровое чтение с передачей содержания на родном языке или на английском языке оригинального текста по широкому профилю специальностей вуза объемом 1000-1500 печатных знаков.

*Text for screening:*

### **Human Factors**

Another genuine risk of human error is human factors, and pilots are not immune to it. Paul Fitts and Alphonse Chapais made significant strides in applying human factors to enhance aviation safety during World War II. However, throughout aviation history, numerous advancements in safety have been made; one such advancement is the establishment of the pilots' checklist, which was created in 1937. An Eastern Airlines 401 crashed in 1972 due to the pilot's incorrect and delayed assessment of the flying instruments. One of the contributing causes could be any mistakes made during takeoff and landing on the airport runway. Effective in generating aviation mishaps, he cited the Munich air catastrophe in 1958 AD when taking off from the runway in inclement weather and the Pinaire Flight 191 air disaster during landing that same year (1972). By looking at the Munich air accident, it can be inferred that other elements, such as the weather, will also contribute to the incidence of such accidents and human causes, including the pilot's error. Accidents can happen on the ground (the Te Neh Rif accident in 1977) or in the air (PSA Flight 182, 1978). In both cases, the pilots were at fault. On the other hand, pilot error is not the only cause of air mishaps. The crash of Turkish Airlines flight 981, which resulted in the loss of this aircraft, was caused by an improperly closed cargo door; however, subsequent investigation revealed that the cargo door's incorrect design was also responsible for this mishap. It has had a significant effect.

*Беседа по теме исследования аспиранта.* Рекомендуется в процессе беседы с экзаменатором раскрыть тему исследования, рассказать, что сделано по научной теме, какие научные теории являются основополагающими для исследования. Скорость говорения должна быть приближенной к скорости говорения носителя английского языка. На поставленный вопрос нужно отвечать четко, ясно и логично.

Образец:

3. Беседа с экзаменатором на иностранном языке по вопросам, связанным со специальностью и научной работой аспиранта (соискателя).

### **What can you say about your scientific work?**

#### ***Вариант ответа на вопрос:***

While speaking about my scientific work it should be said that it is very important for building industry.

It is common knowledge that cellular concrete is widely used in construction. But technology of cellular concrete has not fully investigated several operations that result in some variable properties of concrete.

It should be stressed that it is the density that determines the properties of cellular concrete. The aim of my research is to control the characteristics of cellular concrete structures. I will determine the possibilities of controlling the characteristics of cellular concrete structures by means of different factors.

I'm going to carry out the theoretical analysis of experimental data. I will also deliver some recommendations for producing cellular concrete with better properties and characteristics.

In conclusion I'd like to say that my recommendations will be useful for enterprises producing products from cellular concrete.

*Примеры вопросов (ко второму этапу - беседа) для подготовки:*

#### **Answer the following questions:**

1. What course(s) did you take? How did you do at university?
2. What subjects were you particularly good at? What was your major?
3. What made you chose this subject field?
4. What degree/ diploma/ certificate did you receive?
5. Did you receive some practical experience in the area?
6. What problems were of special interest to you?
7. Where did you take your work placement, if any?
8. Did/do you have any job as a professional?

9. How did it come about that you decided to undertake your scientific research?
10. What prompted you taking it up? Has it any bearing on your master's degree studies?
11. What is the theme of your research? What is its title?
12. What is the subject of your present study? What do you actually investigate?
13. What objectives are you planning to attain?
14. What key issues are included in your research?
15. What results do you expect to obtain?
16. Have you got any idea about the conclusions of your research yet?
17. Are there any specific difficulties in your study?
18. What is the most challenging problem for you?
19. Are these problems purely academic? How are you going to resolve them?
20. Is your study more of a theoretical or of a practical significance?
21. Have you got any hypothesis/conception of your own?
22. Are you familiar with other/alternative approaches to the problems?
23. Is the theme widely treated in literature?
24. Are you familiar with international literature on these problems?
25. Are there any scientists who are considered unquestioned authority in this field?
26. Which periodicals cover the problems that you study? Are they easily accessible?
27. What other sources can you use? Do you use Internet? Is it helpful?
28. What is your opinion of the electronic means of communication?
29. When are you planning to submit your thesis (dissertation)?
30. Are you making a good progress with it? At what stage are you now?

Вся информация по подготовке к кандидатскому экзамену отражена в нормативно-правовых документах на сайте Университета ГА им. А.А. Новикова. Предметная информация (вопросы для второго этапа, задание номер два) по иностранному языку отражена на стенде(ах) кафедры №7 и в рабочей программе кандидатского экзамена по дисциплине.

Ответственность за проведение кандидатского экзамена по иностранному языку несет кафедра №7 Языковой подготовки.

Программа кандидатского экзамена по дисциплине «Иностранный язык (английский язык)» составлена в соответствии с требованиями ФГТ ВО

Разработчик:

Заведующий кафедрой № 7, к.и.н., доцент

Н.А. Лебедева

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., профессор

Начальник управления  
аспирантуры и докторантуры  
д.э.н., профессор

Н.В. Байдукова