

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	68	0	0	68	40	0	0	40	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Побемянский Антон Викторович, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1**

*знания:*

- о состоянии и перспективах развития компьютерного моделирования в промышленности;
- специальную научно-техническую литературу по проектированию двигателей ЛА;
- методы и модели компьютерной графики.
- основных графических и геометрических компьютерных моделей ;
- трехмерную модель компьютерной сборки деталей и узлов двигателей ЛА;
- приемы и методики построения графических и геометрических компьютерных моделей;
- основные этапы проектирования и конструирования изделий в машиностроении с применением

CAD/CAM/CAE-систем;;

*умения:*

-проводить подбор метода построения 3D-модели, анализ трехмерной модели на предмет соответствия техническому заданию (CAE), строить модель CAD;

- проводить анализ технологии изготовления спроектированного изделия в САМ-системе;
- проводить проектирование с применением CAD/CAM/CAE-систем;
- оптимизировать затраты технологического цикла изготовления спроектированного изделия в

CAD/CAM/CAE-системе.;

*навыки:*

- проводить анализ и создавать 3D-модели с применением CAD/CAM/CAE-систем;
- использовать справочные материалы для проведения различных расчетов и оценок..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-1
4	8	Раздел 1. Введение. Введение. Классификация и область применения CAD/CAE/CAM систем. Геометрическое моделирование объемных тел.	18	11	11	7	15
4	8	Раздел 2. Реверс-инжиниринг. Реверс-инжиниринг.	22	15	15	7	10
4	8	Раздел 3. Гибридные геометрические модели. Создание гибридной геометрической модели.	17	11	11	6	15
4	8	Раздел 4. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системах. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системах.	18	10	10	8	10
4	8	Раздел 5. Параметризация геометрических моделей. Создание параметризованных геометрических моделей.	17	11	11	6	25
4	8	Раздел 6. Моделирование объемных сборок. Моделирование объемных сборок.	16	10	10	6	25
Всего за 8 семестр			108	68	68	40	100
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Формирование управляющей программы 3D модели трубка «Ранка-Хилша» на печать в САМ системе «слайсер».	3
2		Печать модели трубка «Ранка-Хилша» на 3D принтере.	2
3		Формирование управляющей программы 3D модели «Циклон» на печать в САМ системе «слайсер».	2
4		Печать элементов 3D моделей «Циклон» на 3D принтере.	1
5		Создание 3D модели не параметризованной 3D модели «Циклон»	1
6		Создание не параметризованной 3D модели трубка «Ранка-Хилша».	1
7		Создание шаблонов основных типов документов, настройки свойств документов. Настройка основных типов команд геометрического моделирования объемных тел.	1
8	Раздел 2. Реверс-инжиниринг.	Объемное сканирование сканером RangeVision колеса ГТД с нанесением матирующего спрея и меток.	8
9		Объемное сканирование сканером RangeVision турбины ЖРД без нанесения матирующего спрея и меток.	7
10	Раздел 3. Гибридные геометрические модели.	Создание гибридной геометрической модели.	11
11	Раздел 4. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системах.	Математическое моделирование распределения топлива вблизи форсуночной головки газогенераторов ЖРД	5
12		Математическое моделирование процессов в микро-турбинном двигателе	2
13		Математическое моделирование процессов в щелевом циклоне	3
14	Раздел 5. Параметризация геометрических моделей.	Формирование управляющей программы 3D модели «Форсуночная головка» на печать в САМ системе «слайсер»	3
15		Печать модели «Форсуночная головка» на 3D принтере	3
16		Создание параметризованной 3D модели «Лопатка»	1

17	Раздел 6. Моделирование объемных сборок.	Формирование управляющей программы 3D модели «Лопатка» на печать в САМ системе «слайсер»	3
18		Создание параметризованной 3D модели «Форсуночная головка»	1
19		Моделирование объемной 3D сборки «Газогенератор»	5
20		Моделирование объемной 3D сборки «мини ГТД»	5
Всего за 8 семестр			68

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Введение. Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела	7
2	Раздел 2. Реверс-инжиниринг.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	7
3	Раздел 3. Гибридные геометрические модели.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела	6
4	Раздел 4. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в CAE-системах.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	8
5	Раздел 5. Параметризация геометрических моделей.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение задания для самостоятельной работы.	6
6	Раздел 6. Моделирование объемных сборок.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	6
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>40</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8				Вопр.Диф.Зач	ДР				Докл	ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, ИПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Докл – доклад;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- доклад;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Инженерная и компьютерная графика. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
2. . Системы CAD/CAM в производстве. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
3. А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 22 экз.
4. А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
5. К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.: Питер, 2004, эл. рес.
6. М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. RangeVision ScanCentr;
2. SolidWorks 2015 R5;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



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

### **6.1. Практические занятия:**

1. 3D принтер Hercules Strong;
2. 3D сканер RangeVision Standart Plus (Россия) /204/;
3. 3D сканер RangeVision Smart (Россия) /203/;
4. 3D принтер Picaso 3D Designer Pro 250;
5. Проектор;
6. 3Д принтер фотополимерный Form1+(США)/202/;
7. 3D Принтер с технологией печати методом наплавления (FDM/FFF) Leapfrog Creatr/201/;
8. RangeVision ScanCentr;
9. SolidWorks 2015 R5;
10. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.2. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами и практическими навыками вычислительного моделирования процессов в гидроаэродинамике, механике деформируемого твердого тела и теплотехнике, методами и средствами научных исследований, функциональной схемой пакетов вычислительного моделирования (CAD, CAE системы), а также практическими навыками 3D – печати экспериментальных образцов элементов и агрегатов авиационной, ракетно-космической техники и техники специального назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- доклад;
- индивидуальное практическое задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Введение. Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела	. Инженерная и компьютерная графика: Москва: Юрайт, 2021 (1-2) К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (1) А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-2)	7
Итого по разделу 1		7
<b>Раздел 2. Реверс-инжиниринг.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	7
Итого по разделу 2		7
<b>Раздел 3. Гибридные геометрические модели.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела	К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (2) А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2.1)	6
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в CAE-системах.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (5) М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование: Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011 (1-5) А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	8
Итого по разделу 4		8

<b>Раздел 5. Параметризация геометрических моделей.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение задания для самостоятельной работы.	К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (3) . Системы CAD/CAM в производстве: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3) А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2.2)	6
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Моделирование объемных сборок.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела. Выполнение задания для самостоятельной работы.	К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (4) . Системы CAD/CAM в производстве: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4) А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2.3)	6
Итого по разделу 6		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- доклад;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Индивидуальное практическое задание

По заранее выданным материалам студент должен выполнить 3D-модели деталей и сборок изделия в CAD-системе, произвести расчёт в CAE-системе.

Студент должен предоставить пояснительную записку с изображениями, эскизами и эпюрами выполняемого задания.

Используются следующие критерии оценивания:

Отлично - отчетный материалы задания не содержат ошибок;

Хорошо - отчетный материалы задания содержат незначительные ошибки, не влияющие на качество достигнутого результата;

Удовлетворительно - отчетный материалы задания содержат определенные ошибки, влияющие на качество достигнутого результата.

Примеры индивидуальных заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Доклад

Доклад проходит в устной форме по индивидуальной теме. Студент готовит презентацию (раскрытие темы) и выступает с докладом перед аудиторией. Далее студенту задаются вопросы от преподавателя и слушателей по содержанию темы доклада. Студент должен дать правильные ответы на задаваемые вопросы. Перечень тем докладов расположен в УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов к дифференцированному зачету расположен в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Оценка за дифференцированный зачет выставляется как среднеарифметическое за индивидуальное задание и ответов на 2 теоретических вопроса.

Используются следующие критерии ответов на вопросы:

Оценка "Зачтено-удовлетворительно": полнота ответа 50%-60% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено-хорошо»: полнота ответа на вопросы билета: не менее 70%-80% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено-отлично»: полнота ответа на вопросы билета не менее 80% по каждому вопросу.

Во всех остальных случаях студент получает оценку "не зачтено"

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия			
4	8	Раздел 1. Введение.	18	11	11	7	15	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 2. Реверс-инжиниринг.	22	15	15	7	10	Доклад, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 3. Гибридные геометрические модели.	17	11	11	6	15	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 4. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системах.	18	10	10	8	10	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 5. Параметризация геометрических моделей.	17	11	11	6	25	Индивидуальное практическое задание, Доклад
4	8	Раздел 6. Моделирование объемныхборок.	16	10	10	6	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
Всего за 8 семестр			108	68	68	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**

**ПК-1 - Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Во время разработки рабочей конструкторской документации Вам необходимо подготовить материальный макет с помощью ЧПУ станка. Для чего нужен постпроцессор в САМ-системе?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Во время разработки рабочей конструкторской документации Вам необходимо произвести ряд расчётов в САЕ-системе. В каких расчётах рекомендуется применять модель турбулентности RSM?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите программу с её назначением
- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1) TurboGrid    | А) Специализированный сеточный генератор, предназначенный для работы с геометрией лопаток турбомашин  |
| 2) Fluent       | Б) Программный модуль для моделирования течений жидкостей и газов для промышленных задач с учетом турбулентности, теплообмена, химических реакций |
| 3) BladeModeler | В) Специализированный модуль, предназначенный для быстрого проектирования лопаточных венцов турбомашин  |
| 4) SpaceClaim   | Г) Многофункциональное приложение для трехмерного моделирования   |
|                 | Д) Инструмент, нацеленный на создание структурированных гексаэдрических сеток высокого качества.  |
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте правильный порядок проведения моделирования течения в лопаточных машинах
- 1) Создание твердотельной модели венца лопаточной машины
  - 2) Подготовка сеточной модели
  - 3) Задание граничных условий
  - 4) Расчёт
  - 5) Постобработка результатов расчёта
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Порядок подготовки твердотельной модели к САЕ-моделированию.
- 1 Упрощение геометрии модели: удаление фасок, скруглений, острых кромок
  - 2 Создание заглушек на входных и выходных отверстиях
  - 3 Извлечение внутреннего объёма
  - 4 Экспорт геометрии в формате, подходящем для САЕ-системы
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В расчётах комплексных сдвиговых течений с быстрыми деформациями и потоками, проявляющими локальную нестационарность, какую необходимо применять модель турбулентности.
- 1) Spalart Almaras
  - 2) Laminar

3) Realizable  $k-\epsilon$

4) Detached Eddy Simulation

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При работе в САЕ-системе, в какой зоне, при построении сетки, необходимо получить наиболее подробную сетку?

- 1) В зоне у стенок
- 2) В зоне свободного течения
- 3) У выходной границы расчетной области
- 4) У входной границы расчетной области

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите программу с её классом

- |                    |        |
|--------------------|--------|
| 1) SolidWorks      | A) CAD |
| 2) Unigraphics NX  | Б) CAM |
| 3) Autodesk ArtCAM | В) CAE |
| 4) AutoCad         |        |
| 5) ANSYS           |        |

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Во время проведения прочностных расчётов, при разработке рабочей конструкторской документации Вам необходимо выбрать один из критериев прочности. Чем отличается критерий максимальных нормальных напряжений от критерия Мора-Кулона?

- 1) критерий Мора-Кулона используется так же как и критерий максимальных нормальных напряжений для хрупких материалов, но используется для материалов по-разному сопротивляющихся растяжению и сжатию
- 2) критерий максимальных нормальных напряжений используется так же как и критерий Мора-Кулона для хрупких материалов, но используется для материалов по-разному сопротивляющихся растяжению и сжатию
- 3) критерий Мора-Кулона используется так же как и критерий максимальных нормальных напряжений для хрупких материалов, но определяет момент исчерпания несущей способности.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Во время технологической проработки рабочей конструкторской документации Вам необходимо произвести верификацию. Инструменты верификации в САМ системах позволяют:

- 1) наглядно проверить траекторию движения инструмента
- 2) оценить качество и общую технологию изготовления детали
- 3) провести расчёт прочностных характеристик резца
- 4) провести расчёт необходимого количества СОЖ и необходимое охлаждение режущего инструмента

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие плюсы имеют Численные методы в сравнении с натурным экспериментом?

- 1) низкая стоимость
- 2) высокая скорость



3) полнота информации

4) отсутствие влияния человеческого фактора

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При работе в САЕ-системе, в какой зоне, при построении сетки, необходимо получить наиболее подробную сетку?

1) В зоне у стенок

2) В зоне свободного течения

3) У выходной границы расчетной области

4) У входной границы расчетной области

5) В зонах с большим градиентом изменения переменных