

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Юнаков Л. П.
(подпись) ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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	
6	11	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Киришин Антон Юрьевич, старший преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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:

ПСК-2.04 — способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.04

знания:

Знает основные методы и материалы изготовления деталей по аддитивным технологиям

Знает принципы формирования управляющих программ для изготовления спроектированного изделия в

САМ-системе

Виды аддитивных технологий, технологические возможности и ограничения аддитивного формообразования

Порядок преобразования файлов, сгенерированных в САД системе в файлы, применяемые системой управления машинного аддитивного производства;;

умения:

Формирует управляющие программы для изготовления спроектированного изделия в САМ-системе

Умеет транслировать данные между САД и САЕ системами;

навыки:

Подготавливает САД-модель для аддитивного производства ДСЕ

Преобразовывает файлы, сгенерированные в САД системе в файлы, применяемые системой управления машинного аддитивного производства

Наложение граничных условий (САЕ).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-2.02 — Способен проводить работы по вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты
- ПСК-2.03 — Способен к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования процессов тепломассопереноса

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	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.04
6	11	Раздел 1. CAD/CAE/CAM системы. Геометрическое моделирование объемных тел в CAD - системе. Введение. Классификация и область применения CAD/CAE/CAM систем. Геометрическое моделирование объемных тел в CAD - системе.	2	2	0	2	0	15
6	11	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в CAE-системах. Построение расчетных сеток. Настройки решателя для решения задач в стационарной и нестационарной постановке. Анализ и отображение результатов расчета в задачах стационарной и нестационарной постановке.	4	4	0	4	0	15
6	11	Раздел 3. История и классификация аддитивных технологий. История аддитивного производства. Основные понятия. Термины и определения. Классификация. Сравнительные характеристики технологий.	15	3	3	0	12	20
6	11	Раздел 4. Аддитивные технологии. Материалы, применяемые в аддитивном производстве. Особенности печати различными материалами. Постобработка и контроль изделий, изготовленных аддитивными методами.	27	7	5	2	20	20
6	11	Раздел 5. САМ - системы. Обзор САМ - систем для 3D печати. Подготовка управляющих программ в САМ - системе. Печать изделий на полимерном 3D принтере.	60	18	9	9	42	30
Всего за 11 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. CAD/CAE/CAM системы. Геометрическое моделирование объемных тел в CAD - системе.	Практическая отработка создания объёмных моделей и навыков трансляции в САМ и CAE системы	2
2	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в CAE-системах.	Практическая отработка проведения численного моделирования в CAE системе	4
3	Раздел 4. Аддитивные технологии.	Знакомство с устройством и принципом работы 3D принтера.	1
4		Постобработка изделий, изготовленных аддитивными методами. Контроль изделий.	1
5	Раздел 5. САМ - системы.	Работа в САМ - системе для 3D печати	2
6		Формирование управляющей программы 3D модели на печать в САМ системе «слайсер»	3
7		Работа на полимерном 3D принтере. Печать изделий.	4
Всего за 11 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (CPC)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 3. История и классификация аддитивных технологий.	Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.	12
2	Раздел 4. Аддитивные технологии.	Подготовка индивидуального доклада	12
3		Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.	8
4	Раздел 5. САМ - системы.	Оптимизация раннее созданной модели под возможности 3D печати	12
5		Подготовка отчетных материалов по результатам выполнения индивидуального задания	20
6		Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.	10
Всего за 11 семестр			74

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
11						ДР			Докл	ДР					Отч. по ПЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Докл – доклад;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- доклад;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

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, 22 экз.
2. В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии. СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

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 - 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. CURA;
2. Polygon;
3. SolidWorks 2015 R5;
4. КОМПАС-3D V17.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. 3D принтер Picaso 3D Designer Pro 250;
3. CURA;
4. Polygon;
5. SolidWorks 2015 R5;
6. КОМПАС-3D V17.

6.3. 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 АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-2.04 способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подбором технологических режимов аддитивного производства, материалами и технологиями применяемыми в аддитивном производстве.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- доклад;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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.
Раздел 3. История и классификация аддитивных технологий.		
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.	М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (1) В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (1)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Аддитивные технологии.		
Подготовка индивидуального доклада	М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (2)	12
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.		8
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. САМ - системы.		
Оптимизация ранее созданной модели под возможности 3D печати	М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (7)	12
Подготовка отчетных материалов по результатам выполнения индивидуального задания	В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (3)	20
Изучение основной и дополнительной литературы по теме раздела.		10
Итого по разделу 5		42

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- доклад;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Студенту необходимо выполнить индивидуальное практическое задание.

Подготовка управляющей программы в САМ - системе, в соответствии с выданной ему индивидуальной темой. Критерием оценивания индивидуального задания является правильность выполнения задания, подготовка отчетных материалов в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017.

Используются следующие критерии оценивания:

15- отчетный материалы задания не содержат ошибок, студент уверенно отвечает на вопросы по выполненному заданию;

8- отчетный материалы задания содержат незначительные ошибки, не влияющие на качество достигнутого результата, студент уверенно отвечает на вопросы по выполненному заданию;

5- отчетный материалы задания содержат определенные ошибки, влияющие на качество достигнутого результата или студент не отвечает на вопросы по заданию.

0 - обучающийся не стал выполнять индивидуальное задание или отчетные материалы содержат грубые ошибки
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.

По результатам доклада обучающемуся выставаются баллы:

15- тема доклада раскрыта полностью, подготовлены презентационные материалы, обучающийся уверенно владеет подготовленным материалом, уверенно и правильно отвечает на вопросы;

0 - обучающийся не подготовил доклад в соответствии с требованиями

Зачет

Зачёт выставляется при условии успешного выполнения индивидуального практического задания и успешном написании всех диагностических работ.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.04	
6	11	Раздел 1. CAD/CAE/CAM системы. Геометрическое моделирование объемных тел в CAD - системе.	2	2	0	2	0	15	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в CAE-системах.	4	4	0	4	0	15	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. История и классификация аддитивных технологий.	15	3	3	0	12	20	Доклад
6	11	Раздел 4. Аддитивные технологии.	27	7	5	2	20	20	Доклад
6	11	Раздел 5. CAM - системы.	60	18	9	9	42	30	Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

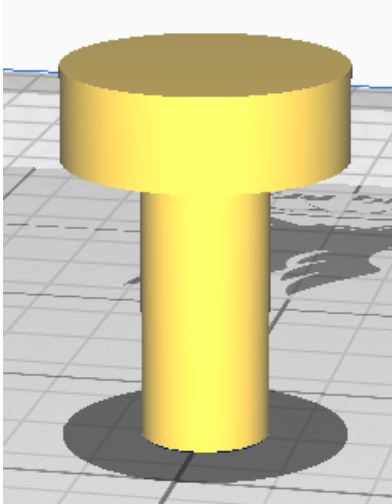
Критерии оценивания

ПСК-2.04

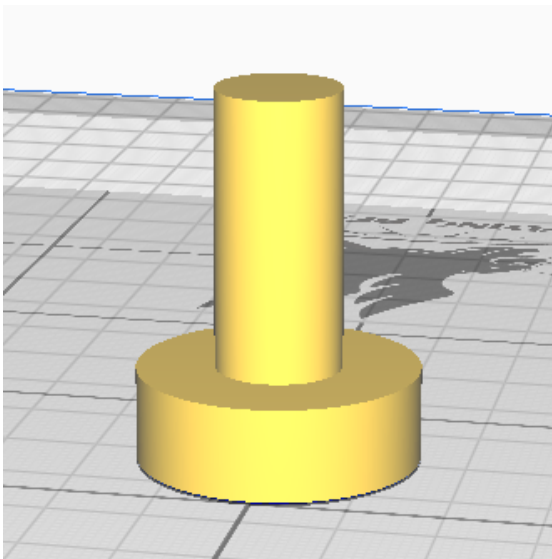
Вопросы открытого типа:

- № 1 Процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, называется
- № 2 Замкнутый объем внутри системы аддитивного производства, в котором происходит изготовление деталей, называется ...
- № 3 Как необходимо расположить деталь на платформе построения? Запишите правильный ответ и аргументируйте его.

1)



2)



- № 4 Выберите настройки слайсера которые позволяют облегчить удаление поддерживающих структур. Аргументируйте свой выбор.
- Увеличение плотности поддержек
 - Уменьшение плотности поддержек
 - Увеличение зазора между поддерживающими структурами и основным телом
 - Уменьшение зазора между поддерживающими структурами и основным телом
- № 5 При проектировании изделий для последующего их изготовления при помощи аддитивных технологий в CAD модели САМ системой будет предложено построение поддерживающих структур при угле нависания более ____ градусов
- № 6 Какими графическими способами можно предоставить результаты численного моделирования процесса истечения газа из сопла?
- № 7 При решении задач гидрогазодинамики для получения достоверных результатов необходимым условием

является обеспечение наиболее подробной сетки. Перечислите две наиболее важные зоны, в которых сетка должна иметь минимальный размер. Аргументируйте ваш выбор.

- зона стенки (пристеночная зона)
- зона свободного течения
- зона с наибольшим градиентом изменения зависимых переменных

№ 8 При каком типе инициализации значения в расчетной области задаются исходя из упрощённого решения поставленной задачи, полученного из N-ого количества итераций?

№ 9 Как добиться высокого качества изделий с минимальной последующей постобработкой? Предоставьте несколько вариантов ответов.

№ 10 Сущностью _____ методов является замена непрерывной информации содержащейся в точном решении дифференциального уравнения дискретными значениями.

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Выберите плюсы применения Аддитивных технологий

- Возможность изготовления изделий сложной формы
- Экономия материала
- Анизотропия свойств изделий полученных таким методом изготовления
- Высокая скорость изготовления

№ 2 Выберите из предложенных вариантов, какие программы относятся к САМ системам для 3D принтеров?

- Cura
- Prusa
- Polygon
- Компас 3D

№ 3 Какие параметры можно настроить с помощью САМ системы для достижения оптимальных результатов качества и скорости печати?

- толщина слоя
- скорость печати
- температура экструдера
- температура стола
- заполнение модели
- поддержки
- всё вышеперечисленное

№ 4 Какой наиболее распространенный метод удаления поддержек может быть указан в технологических требованиях конструкторской документации на детали из АТ?

- механический способ
- химический метод
- термический метод

№ 5 Перечислите материалы, применяемые в аддитивном производстве?

- полимеры
- металлы
- керамика
- композиты

№ 6 Последовательность этапов работ с САМ системой при производстве деталей на 3D принтере

А Импорт и подготовка 3D модели в САМ программе

Б Настройка параметров печати: толщина слоя, скорость печати, температура экструдера

В Оптимизация заполнения модели и размещение поддержек

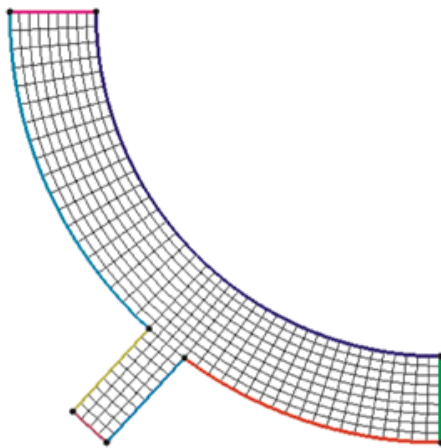
Г Проверка и визуализация модели перед печатью

Д Генерация программы управления движением печатной головки

Е Передача программы на 3D принтер и запуск печати

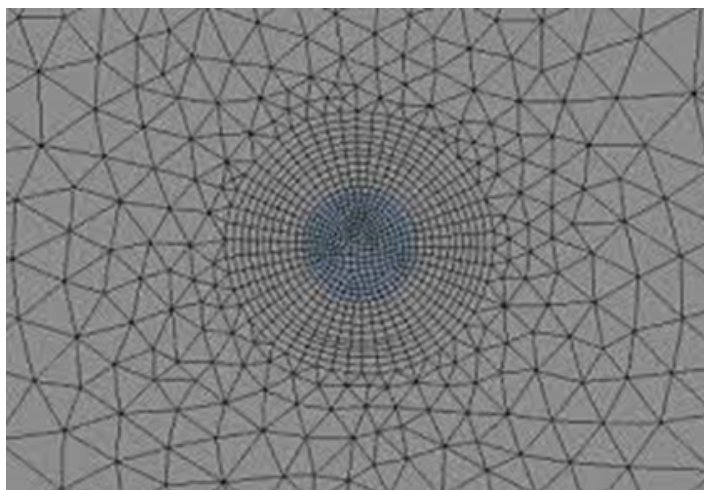
№ 7 При проведении САЕ моделирования важную роль в расчете занимает сеточное построение. Соотнесите изображение сетки с названием.

А



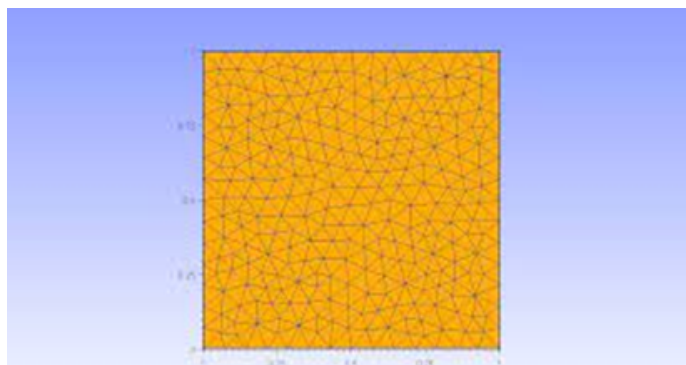
1 структурированная

Б



2 гибридная

В



3
неструктурированная

№ 8 Расставьте правильный порядок проведения САЕ расчета

А Создание CAD модели

Б Создание сетки

В Расчет

Г Постобработка

№ 9 В CAE-системах какие методы численного решения дифференциальных уравнений применяются?

- Метод конечных разностей

- Метод конечных объемов

- Метод конечных элементов

- Все перечисленные

№ 10 В каком формате необходимо сохранить Cad модели детали или узла двигателя для экспорта в Ansys Fluent

А .m3d

Б .sdprt

В .stp

Г .iges

Д .x_t