

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
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	7	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

*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 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ**

## **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-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-5.1**

*знания:*

Знает основные технологические инструменты создания авиационных двигателей;

*умения:*

Умееет эскизно планировать технологию изготовления узлов авиационных двигателей;

*навыки:*

- выбирает конструкционные материалы с оптимальными свойствами с учетом отраслевого опыта подбора материалов;
- подбирает варианты замены материалов, в том числе из инновационных разработок;
- ориентируется в методах повышения свойств материалов, в том числе композиционных;
- учитывает экономическую целесообразность выбора материалов с заданными свойствами;
- учитывает экономическую целесообразность выбора способа изготовления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ** 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: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

### 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-5.1
4	7	<b>Раздел 1. Перспективные технологические процессы изготовления композитных материалов.</b> Понятие о композитных материалах. Применение композитных материалов. Волокнистые композитные материалы. Дисперсно-упрочнённые композитные материалы.	11	6	6	0	5	20
4	7	<b>Раздел 2. Перспективные технологические процессы 3D печати.</b> Основные понятия, термины и определения, классификация 3D печати. Рассматриваются существующие перспективные категории перспективных технологических процессов 3D печати: Фотополимеризация в ванне. Струйное нанесение материала. Струйное нанесение связующего. Синтез на подложке. Экструзия материала. Прямой подвод энергии и материала.	25	15	6	9	10	20
4	7	<b>Раздел 3. Сырьё для перспективных технологий в авиадвигателестроении.</b> Рассматриваются углеродно-композитные материалы, слоистые композитные материалы, порошковые и гранулированные композитные материалы, керамические композитные материалы, нанокompозиционные материалы, однокомпонентные и многокомпонентные материалы, термопластики, фотополимерные смолы. Основные характеристики наиболее востребованных металлических и полимерных порошков. Их технологические свойства и методы получения.	24	17	8	9	7	20
4	7	<b>Раздел 4. Методы автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.</b> Рассматривается ПО используемые при подготовки управляющей программы перспективных технологических процессов. Рассматриваются интерфейс слайсеров 3D принтеров, использующих метод прямого подвода энергии и материала.	22	13	6	7	9	20
4	7	<b>Раздел 5. Перспективные технологии в аэрокосмической отрасли.</b> Теоретические основы процесса синтеза на подложке. Прогноз механических свойств. Подбор технологических режимов и математическое моделирование технологических процессов аддитивного производства синтеза на подложке.	26	17	8	9	9	20
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	68	34	34	40	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Перспективные технологические процессы 3D печати.	Знакомство с устройством и принципом работы 3D принтера, использующего метод прямого подвода энергии и материала.	5
2		Знакомство с устройством и принципом работы 3D принтера, использующего метод фотополимеризация в ванне.	4
3	Раздел 3. Сырьё для перспективных технологий в авиадвигателестроении.	Испытания физико-механических свойств образцов изготовленных методом АТ.	5
4		Знакомство с гранулометрическим составом, формой и структурой частиц порошкового материала.	4
5	Раздел 4. Методы автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.	Создание управляющей программы для работы 3D принтера, использующего метод прямого под-вода энергии и материала	3
6		Создание управляющей программы для работы 3D принтера, использующего метод фотополимеризация в ванне	4
7	Раздел 5. Перспективные технологии в аэрокосмической отрасли.	Определение технологических режимов. Создание управляющей программы и изготовление образцов с заданными физико-механическими свойствами для 3D принтера, использующего метод прямого подвод энергии и материала	9
<b>Всего за 7 семестр</b>			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Перспективные технологические процессы изготовления композитных материалов.	Изучение материала по теме.	5
2	Раздел 2. Перспективные технологические процессы 3D печати.	Изучение материала по теме.	10
3	Раздел 3. Сырьё для перспективных технологий в авиадвигателестроении.	Изучение материала по теме.	7
4	Раздел 4. Методы автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.	Изучение материала по теме.	9
5	Раздел 5. Перспективные технологии в аэрокосмической отрасли.	Изучение материала по теме.	9
<b>Всего за 7 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
7				Колл		ДР				ДР		Отч. по ПЗ			Колл	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Колл – коллоквиум;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Словарь базовых определений и терминов по курсу технологии изготовления изделий из композитных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
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, эл. рес.
3. В. Г. Смелов, Р. А. Вдовин. . Исследование точности печати на 3D принтере. Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 2017, эл. рес.
4. В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии. СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017, эл. рес.
5. М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013, 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. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://urait.ru/book/kompozicionnye-materialy-587650>.

### 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. Polygon;
2. CURA.

### 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. 3D принтер Hercules Strong;
2. 3D принтер Picaso 3D Designer Pro 250;
3. 3D принтер Prism Pro 2.0;
4. 3Д принтер фотополимерный Form1+(США)/202/;
5. 3D сканер RangeVision Standart Plus (Россия) /204/;
6. 3D сканер RangeVision Smart (Россия) /203/;
7. Polygon;
8. CURA.

### **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 **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ** 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*:

ПСК-5.1 Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 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. Перспективные технологические процессы изготовления композитных материалов.</b>		
Изучение материала по теме.	. Словарь базовых определений и терминов по курсу технологии изготовления изделий из композитных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-2)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Перспективные технологические процессы 3D печати.</b>		
Изучение материала по теме.	В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (1) М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (1-2)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Сырьё для перспективных технологий в авиадвигателестроении.</b>		
Изучение материала по теме.	М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (7) В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (3)	7
Итого по разделу 3		7
<b>Раздел 4. Методы автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.</b>		
Изучение материала по теме.	В. Г. Смелов, Р. А. Вдовин. . Исследование точности печати на 3D принтере: Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 2017 (1-6) 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 (5)	9
Итого по разделу 4		9
<b>Раздел 5. Перспективные технологии в аэрокосмической отрасли.</b>		
Изучение материала по теме.	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 (6) В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (4)	9
Итого по разделу 5		9

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### 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.

#### Коллоквиум

Коллоквиум включает в себя ответы студента на два теоретических вопроса по пройденному материалу. Коллоквиум считается сданным при ответе на два вопроса при степени полноты ответа не менее 50% по каждому. Вопросы к коллоквиуму расположены в УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Варианты заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Экзамен

Экзамен предполагает письменный ответ студента по билетам. Билет включает в себя два вопроса.

Критерии оценки:

"отлично" - полный и точный ответ на 2 вопроса, свободное владение основными терминами и понятиями

курса, последовательное и логичное изложение материала курса, законченные выводы и обобщения по теме вопросов, исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.

"хорошо" - полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета, знание основных терминов и понятий курса, последовательное изложение материала курса, умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов, достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.

"удовлетворительно" - полные и точные ответы на 1 вопрос экзаменационного билета, удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса, удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач, недостаточно последовательное изложение материала курса, умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.

"неудовлетворительно" - полный и точный ответ на 1 вопроса экзаменационного билета и менее.

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	Лекции	Практические занятия		ПСК-5.1	
4	7	Раздел 1. Перспективные технологические процессы изготовления композитных материалов.	11	6	6	0	5	20	Коллоквиум
4	7	Раздел 2. Перспективные технологические процессы 3D печати.	25	15	6	9	10	20	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 3. Сырьё для перспективных технологий в авиадвигателестроении.	24	17	8	9	7	20	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Методы автоматизированного проектирования технических процессов в САМ-системах.	22	13	6	7	9	20	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 5. Перспективные технологии в аэрокосмической отрасли.	26	17	8	9	9	20	Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

**ПСК-5.1 - Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие виды 3D-принтеров существуют для работы с пластиком?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое гранулометрический состав порошка?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите изображение технологии с ее типом

1)



А) Прямой подвод энергии и материала

2)



Б) Синтез на подложке

3)



В) Экструзия материала

Г) Фотополимеризация в ванне

- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите программу с её назначение

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 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.

- № 5 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
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
 Порядок подготовки твердотельной модели к CAE-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 CAE-системы
- № 7 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
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
 Какие факторы влияют на насыпную плотность порошка?
- 1) общая плотность частиц, распределение частиц по размеру, воздух между частицами;
  - 2) воздух между частицами, температура порошка, влажность;
  - 3) освещенность, температура, форма частиц.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
 Технология 3D печати методом SLS это:
- 1) технология производства сложных изделий посредством лазерного плавления металлического порошка;
  - 2) процесс создания изделия из последовательно наплавленных слоёв пластика;
  - 3) технология печати в порошковом слое с использованием лазера как источника подачи энергии для выборочного спекания (не плавления) частиц полимерного порошка.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Перечислите какие дополнительные процессы проводят после спекания порошковых заготовок:

- 1) нагартовка,
- 2) точение
- 3) фрезерование,
- 4) сверление

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

Выберите технологические процессы получения неразъемных соединений:

- 1) сварные соединения, клеевые соединения;
- 2) клеевые соединения, Паяные соединения, заклепочное соединение;
- 3) заклепочное соединения, резьбовые соединения

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

Перечислите основные способы получения заготовок обработкой давлением:

- 1) Прессование
- 2) Прокатка
- 3) Ковка
- 4) Штамповка