

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Суслин А. В.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология машиностроения
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

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	52	0	0	52	56	0	0	56	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО** \_\_\_\_\_  
**ВООРУЖЕНИЯ**

Александров Александр Сергеевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО  
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Иванов К.М., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Иванов К.М., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

## **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-1/23.1 — способность осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности
ПСК-1/23.2 — способность проектировать простую технологическую оснастку механосборочного производства
ПСК-1/23.3 — способность проектировать технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой сложности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1/23.1**

*знания:*

Типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.;;

*умения:*

Использовать текстовые редакторы (процессоры) и САД-системы для оформления предложений по изменению проектной документации.;;

*навыки:*

Оценка возможности достижения показателей технологичности машиностроительных изделий низкой сложности, указанных в техническом задании на машиностроительные изделия.;

### **ПСК-1/23.2**

*знания:*

Методика проектирования технологической оснастки для изготовления машиностроительных изделий.;;

*умения:*

Использовать САД-системы для разработки и оформления конструкторской документации на технологическую оснастку для изготовления машиностроительных изделий.;;

*навыки:*

Проектирование простых станочных приспособлений для изготовления машиностроительных деталей.;

### **ПСК-1/23.3**

*знания:*

САД-системы: наименования, возможности и порядок работы в них.;;

*умения:*

Выбирать схемы базирования заготовок машиностроительных деталей низкой сложности.;;

*навыки:*

Разработка технологических операций изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННО-СИСТЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ОПК-2 — Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений
- ОПК-3 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
- ОПК-5 — Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
- ОПК-7 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
- ПСК-1/23.1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности
- ПСК-1/23.2 — Способен проектировать простую технологическую оснастку механосборочного производства
- ПСК-1/23.3 — Способен проектировать технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой сложности
- ПСК-1/23.5 — Способен задать требования к надежности изделий машиностроения и оценить достигнутые значения надежности изделий машиностроения на всех этапах жизненного цикла

### 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		ПСК-1/23.1	ПСК-1/23.2	ПСК-1/23.3
4	8	<b>Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.</b> Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей. Основные принципы работы в современных CAPP-системах. Проектирование технологических процессов в системе ТехноПро. Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль. Технические требования, предъявляемые к изделиям и деталям. Основные технологические свойства конструкционных материалов деталей. Анализ технологичности на этапах проектирования. Технологии конструкторско-технологической информации 3D моделей, PMI (Product Manufacturing Information). Распознавание геометрии и PMI. Разработка технологических процессов сборки и изготовления деталей. Типовые технологические процессы изготовления деталей. Принципы выбора технологических баз. Типовых схем базирования заготовок и деталей. Методики выбора технологических режимов технологических операций изготовления деталей. с применением CAPP-систем. Основные средства технологического оснащения, используемые в технологических процессах изготовления деталей, принципы их работы. Технологические возможности средств технологического оснащения, используемые в технологических процессах изготовления деталей. Принципы выбора средств технологического оснащения. Назначение на операции и переходы технологического процесса средств технологического оснащения. Принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента. Нормативно-технические и руководящие документы по оформлению конструкторской и технологической документации. Функциональные возможности и особенности работы в PDM- системе. Конфигурирование состава технологических процессов с использованием опций, вариантов и применяемости. Проведение изменений технологических процессов, создание новых ревизий объектов. Создание технологических эскизов, карт наладки. Назначение на операции сборочных технологических процессов комплектующих изделия и верификация ранее созданных технологических процессов на корректность назначения комплектующих из конструкторской или технологической структуры изделия. Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль.	24	12	12	12	25	25	25
4	8	<b>Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.</b> Основные принципы работы в современных CAD-системах Creo, NX. Современные CAD-системы Creo, NX, их функциональные возможности при проектировании 2D- и 3D-моделей изделий и деталей. Прогрессивные виды обработки и оборудование: высокоскоростное фрезерование, обработка на основе элементов, токарно-фрезерные многофункциональные станки. Основные принципы работы в САЕ-приложениях Creo, NX. Функциональные возможности САЕ-приложений Creo, NX для расчета сил и моментов закрепления деталей. Основные принципы работы в CAD-системах Creo, NX CAD-систем Creo, NX, их функциональных возможностей для проектирования электронных 3D моделей. Основные принципы работы в САМ-системах Creo, NX. САМ-системы, их функциональные возможности по разработке управляющих программ операций обработки заготовок и деталей на станках с ЧПУ. Типы систем ЧПУ технологического оборудования. Распознавание типовых конструкторско-технологических элементов. Шаблоны обработки. Автоматизированный подбор шаблонов обработки. Принципы выбора систем координат и нулевых точек при программировании простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Принципы, методы и средства привязки «нуля» детали к «нулю» станка. Правила определения последовательности обработки поверхностей заготовок в технологических операциях, выполняемых на станках с ЧПУ. Методика выбора технологических режимов операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Методика выбора технологических режимов операций обработки заготовок на станках с ЧПУ с применением баз данных производителей режущего инструмента. Функциональные возможности современных САМ-систем для оформления технологической документации на операции обработки заготовок на станках с ЧПУ. Разработка и редактирование электронных моделей элементов технологической системы с использованием CAD-системы. Использование библиотеки электронных моделей стандартных и унифицированных средств технологического оснащения, поставляемых их производителями. Автоматизированный подбор средств технологического оснащения и рабочего инструмента. Формирования исходной информации в САМ-системе операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Использование базы данных производителей режущего инструмента для выбора технологических режимов операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Определение последовательности обработки поверхностей заготовок на станках с ЧПУ с использованием САМ-системы. Определение типа траектории обработки поверхностей заготовок на станках с ЧПУ в САМ-системе. Создания инструментальных переходов станочных циклов в САМ-системе. Постпроцессорная обработка управляющих программ с целью их адаптации к конкретному станку с ЧПУ с использованием САМ-системы. Разработка электроэрозионной проволоочной обработки. Виртуальные станки. Симуляция обработки на станке, анализ УП и контроль столкновений между элементами технологической системы «Станок – приспособление – инструмент – деталь» и	36	16	16	20	35	35	35

		зарезаний. Кинематическая модель станка в среде САМ-системы. Ассоциативная связь между исходной моделью и сформированной траекторией инструмента при автоматическом обновлении данных при внесении изменений. Программирование КИМ. Анализ измерений на КИМ. Сохранение САМ-проекта в электронной структуре технологического процесса.							
4	8	<b>Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.</b> Моделе-ориентированный процесс подготовки производства. Создание цифрового двойника технологических процессов, их проверка и оптимизации с помощью трёхмерной симуляции. Гибкие производственные ячейки. Задачи общей сборки и эргономика ручных сборочных операций; Симуляция и программирование роботизированных линий и комплексов; Анализ эксплуатационной технологичности и процедур ремонта, технического и регламентного обслуживания; Виртуальная пуско-наладка роботизированных производственных участков. Прогнозирование времени выполнения операций; Определение последовательности сборки. Определение и оптимизация способов сборки и траекторий перемещения компонентов (деталей); Выявление и исключение коллизий, столкновений между компонентами; Обеспечение собираемости изделия в целом.	24	12	12	12	25	25	25
4	8	<b>Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.</b> Построение имитационных моделей (цифрового двойника) производственных систем. Управление инструментом. Виртуальная пуско-наладка. Связь с ЧПУ. Анализ и оптимизация. Коэффициент использования оборудования; Объемы незавершенного производства; Размеры накопителей, межоперационных заделов, складских площадей; Временные циклы работы оборудования; Графики выполнения заказов, порядок запуска их в производства и размеры партий; Топологии и организации материальных потоков; Регламент обслуживания оборудования; Себестоимость продукции и затрат. Отслеживание отклонений в процессе производства, анализа причин возникновения и принятие решений о методах устранения.	24	12	12	12	15	15	15
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	52	52	56	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	52	52	56	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.	Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль-Лоцман.	12
2	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах .	Разработка технологии изготовления детали на станках с ЧПУ с использованием САМ-системы.	16
3	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	Разработка цифрового двойника технологического процесса изготовления детали с помощью трёхмерной симуляции.	12
4	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	Построение имитационной модели (цифрового двойника) производственной системы.	12
<b>Всего за 8 семестр</b>			52

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.	Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль в среде Лоцман.	12
2	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах .	Функциональные возможности современных САМ-систем для оформления технологической документации на операции обработки заготовок на станках с ЧПУ.	20
3	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	Создание цифрового двойника технологических процессов сборки и эргономика ручных сборочных операций.	12
4	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	Принципы оптимизации коэффициента использования оборудования; объемов незавершенного производства; размеров накопителей, межоперационных заделов.	12
<b>Всего за 8 семестр</b>			56

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8				ВПЗ	ТекК	ДР		ВПЗ	ТекК	ДР			Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Энциклопедия PLM. Новосибирск: Азия, 2008, 12 экз.
2. А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
3. А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
4. Г. Б. Евгеньев. . Программирование обработки на оборудовании с ЧПУ. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
5. О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. П. А. Ведмидь, А. В. Сулинов. . Программирование обработки в NX CAM. М.: ДМК Пресс, 2014, эл. рес.
7. П. Ф. Юрчик, В. Б. Голубкова. . Применение CALS-технологий на предприятии. Санкт-Петербург: Лань, 2020, 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://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Главная – 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. PTC Creo;
2. Siemens NX;
3. КОМПАС-3D V17;
4. ЛОЦМАН:PLM 2014;
5. PTC Creo Parametric.

### 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. Проектор;
2. PTC Creo;
3. Siemens NX;
4. КОМПАС-3D V17;
5. ЛОЦМАН:PLM 2014;
6. PTC Creo Parametric.

### **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 **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1/23.1 способность осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности;

ПСК-1/23.2 способность проектировать простую технологическую оснастку механосборочного производства;

ПСК-1/23.3 способность проектировать технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с компьютерным проектированием технологий изготовления деталей и изделий ответственного назначения, моделированием технологических и производственных процессов в рамках цифрового производства, цифрового предприятия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**52 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.</b>		
Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль в среде Лоцман.	П. Ф. Юрчик, В. Б. Голубкова. . Применение CALS-технологий на предприятии: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1, 5) А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1) . Энциклопедия PLM: Новосибирск: Азия, 2008 (2, 3) А. С. Афанасьев, К. М. Иванов, И. Г. Воронцова. . Системное проектирование конструкций и технологий изготовления изделий ответственного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1, 2, 5)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах .</b>		
Функциональные возможности современных САМ-систем для оформления технологической документации на операции обработки заготовок на станках с ЧПУ.	Г. Б. Евгениев. . Программирование обработки на оборудовании с ЧПУ: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2) О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1, 2) П. А. Ведмидь, А. В. Сулинов. . Программирование обработки в NX CAM: М.: ДМК Пресс, 2014 (2, 3, 4, 5)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.</b>		
Создание цифрового двойника технологических процессов сборки и эргономика ручных сборочных операций.	А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.</b>		
Принципы оптимизации коэффициента использования оборудования; объемов незавершенного производства; размеров накопителей, межоперационных заделов.	. Энциклопедия PLM: Новосибирск: Азия, 2008 (3) А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	12

Итого по разделу 4	12
--------------------	----

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- 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.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Защита индивидуального практического задания предусматривает краткий доклад студента и ответы на вопросы, связанные с порядком выполнения задания и темами учебной дисциплины, охваченными практическим заданием.

Если все требования к выполнению индивидуального практического задания и защите выполнены, то ставится оценка «сдано». Во всех других случаях ставится оценка «не сдано».

Основанием для оценки «не сдано» индивидуального практического задания к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение индивидуального задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ.

#### Вопросы для текущего контроля

Перечень вопросов для текущего контроля располагаются в УМК дисциплины.

Шкала оценивания:

- количество правильных ответов до 70 % - оценка «не зачтено»
- количество правильных ответов от 70 до 100 % - оценка «зачтено»

#### Вопросы к зачету

На зачете студенту предоставляются 30 тестовых вопросов по всем разделам курса, время на подготовку ответов 30 минут. Перечень вопросов располагается в УМК дисциплины.

#### Зачет

Оценка «зачтено»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;

- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.



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		ПСК-1/23.1	ПСК-1/23.2	ПСК-1/23.3	
4	8	Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.	24	12	12	12	25	25	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах .	36	16	16	20	35	35	35	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	24	12	12	12	25	25	25	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	24	12	12	12	15	15	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
Всего за 8 семестр			108	52	52	56	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	52	52	56	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-1/23.1

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Объясните различие между вспомогательным переходом и установом. Чем они отличаются от технологического перехода?
- № 2 Как называется изделие, выполненное из однородного материала без применения сборочных операций?
- № 3 Приведите основные виды заготовок ступенчатых валов и типовую схему их базирования?
- № 4 Перечислите параметры режимов резания. Какой из них ограничивает производительность при чистовой обработке?
- № 5 По какой формуле определяется скорость резания при обработке точением?
- № 6 Почему соединение болтами не относится к сборке неразъемных соединений?
- № 7 По какой формуле вычисляется такт выпуска?
- № 8 Что применяют для предотвращения ослабления резьбовых соединений ?
- № 9 Какие посадки применяются для наилучшего центрирования собираемых деталей?
- № 10 Как называется процесс сборки, при котором изделие собирается на заводе, испытывается, частично разбирается и окончательно собирается у заказчика?

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какой материал используется для изготовления валов редукторов:
1. Сталь 20
  2. Сталь 45
  3. Сталь 60С2
- № 2 Как называется часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над изготавливаемым изделием?
1. работа
  2. операция
  3. установка
  4. приём
- № 3 Допишите ответ.
- Технологический процесс, характеризующийся единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками – это ...
1. типовой технологический процесс
  2. типовой производственный процесс
  3. типовой маршрутный процесс
  4. типовой заводской процесс
- № 4 Для центрирования применяют...
1. цилиндрические свёрла
  2. спиральные свёрла
  3. центровые свёрла
  4. конические зенковки

№ 5	Получистовое точение позволяет улучшить шероховатость обрабатываемой поверхности до...
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>R_a = 40 \text{ мкм}</math></li> <li>2. <math>R_a = 1,6 \text{ мкм}</math></li> <li>3. <math>R_a = 6,3 \text{ мкм}</math></li> <li>4. <math>R_a = 0,4 \text{ мкм}</math></li> </ol>
№ 6	Что такое деталь?
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изделие, изготавливаемое из однородного или разнородных по наименованию и марке материалов, соединенных неразъемными соединениями (сварка, пайка, склеивание).</li> <li>2. Изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, с применением местной сварки, пайки, склепки, сшивки, с нанесенным на него декоративным или защитным покрытием (литой картер, трубка, сваренная из одного листа, пластина из биметаллического листа, отрезок кабеля определенной длины, хромированная пластина).</li> <li>3. Изделие, изготавливаемое строго из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.</li> </ol>
№ 7	Как называется совокупность рабочих мест, которая образует организационно-техническую единицу производства?
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. цех</li> <li>2. участок</li> <li>3. рабочее место</li> <li>4. отделение</li> </ol>
№ 8	Как называется совокупность микронеровностей с относительно малыми шагами, образующих микроскопический рельеф поверхности детали?
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неровность;</li> <li>2. шероховатость;</li> <li>3. чистота поверхности;</li> <li>4. волнистость</li> </ol>
№ 9	Вид обработки, осуществляемый с помощью абразивного инструмента.
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точение</li> <li>2. Фрезерование</li> <li>3. Строгание</li> <li>4. Шлифование</li> </ol>
№ 10	Порядок обработки корпусных деталей ...
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка основные отверстия, базирующих поверхностей и крепёжных отверстий</li> </ol>

2. Обработка базирующих поверхностей и крепёжных отверстий, все плоские поверхности, основные отверстия
3. Обработка всех плоских поверхностей, базирующих поверхностей и крепёжных отверстий, основные отверстия
4. Обработка базирующих поверхностей, все плоские поверхности, основные отверстия, крепёжных отверстий

**ПСК-1/23.2**

№ 1

*Вопросы открытого типа:*

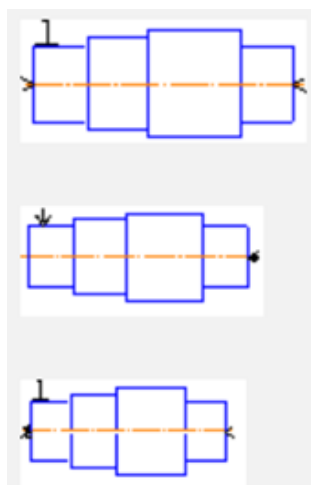
Для чего при базировании детали по плоскости и двум отверстиям один из установочных пальцев приспособления делают срезанным?

1. Для компенсации погрешности расстояния между осями базовых отверстий детали и достигаемого при этом повышения точности базирования детали.
2. Для меньшего износа установочного пальца
3. Для уменьшения трения поверхности отверстия детали о палец при установке детали в приспособление.
4. Для уменьшения веса пальца.

№ 2

Дайте обоснование сделанного выбора.

Какая из приведенных схем базирования изделия соответствует установке детали в трехкулачковом патроне с поджатием задним центром?

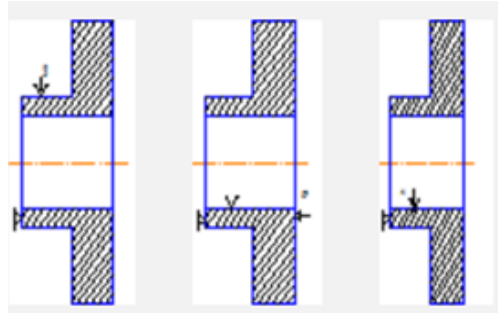


№ 3

Определите условия применения цилиндрических опор со сферической поверхностью.

1. Для установки деталей по необработанным плоским базам, имеющим незначительные неровности.
2. Для установки деталей по необработанным плоским базам с требованием точного положения места контакта с опорами.
3. Для установки деталей по грубообработанным плоским базам.
4. Для установки деталей по необработанным плоским базам с большими неровностями.

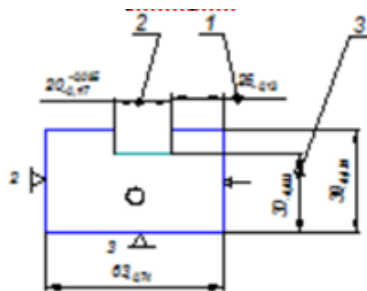
- Обоснуйте выбранный вариант.
- № 4 Какая из приведенных схем базирования изделия соответствует установке детали в трехкулачковом патроне с ручным приводом?



- № 5 Определите условия применения круглых опор с рифленой поверхностью.

1. Для установки деталей по необработанным плоским и наружным цилиндрическим базам и при возможности удобной и надежной очистки рифленых поверхностей опор от стружки
2. Для установки деталей по обработанным плоским базам
3. Для установки деталей по необработанным плоским и наружным цилиндрическим базам с большими неровностями.
4. Для установки деталей по необработанным плоским базам с незначительными неровностями и по грубо обработанным базам.

- Обоснуйте выбранное решение.
- № 6 Обеспечивается ли при установке в приспособлении по указанной схеме точность размеров 1,2,3? Обоснуйте.

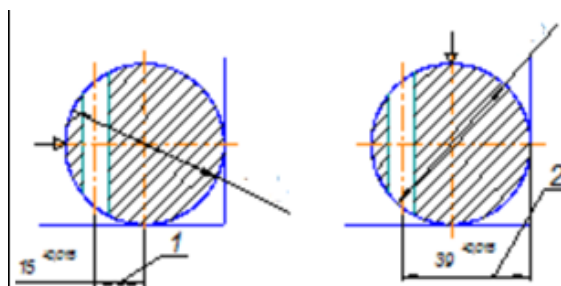


- № 7 В какой последовательности следует разрабатывать схему приспособления
- a. Нарисовать эскиз детали в двух или трех проекциях.
  - b. Расположить вокруг эскизов детали схемы базирующих, закрепляющих и других ранее разработанных устройств и объединить их схемой корпуса приспособления.
  - c. Рассчитать допускаемую неточность базирования детали
  - d. Разработать схему базирования приспособления на оборудовании.
  - e. Рассчитать требуемые усилия закрепления приспособления на оборудовании и разработать схему закрепления приспособления.
  - f. Рассчитать исходную силу для закрепления детали.
  - g. Рассчитать наибольшие допустимые размеры и вес приспособления.

Расположите пункты в заданной последовательности.

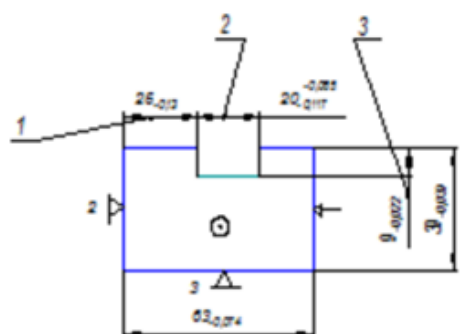
№ 8

Для какого из размеров 1 и 2 схема установки обеспечивает меньшие погрешности закрепления? Обоснуйте.



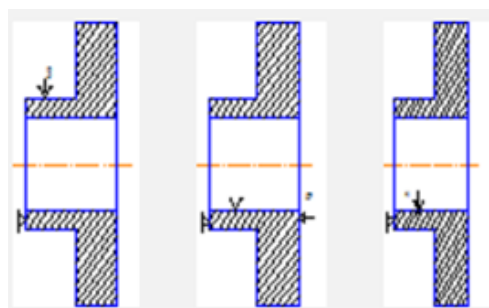
№ 9

Обеспечивается ли при установке в приспособлении по указанной схеме точность размеров 1,2,3?



№ 10

Какая из приведенных схем базирования изделия соответствует установке детали на разжимной оправке с гидроприводом?



Вопросы закрытого типа:

№ 1

Универсально-сборные приспособления комплектуются:

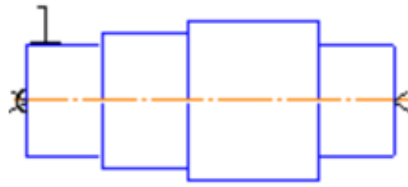
1. стандартными деталями
2. нормализованными элементами
3. специальными деталями
4. специальными сборочными единицами

№ 2

В состав универсально-сборных приспособлений входят элементы:

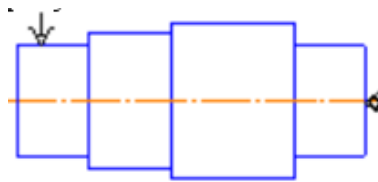
1. зажимные
2. позиционирующие
3. базовые
4. поворотные
5. надстроечные

6. основные
7. вспомогательные
8. переходные
- № 3 В состав основных элементов универсально-сборных приспособлений входят:
1. плиты
2. оправки
3. угольники
4. косынки
5. прокладки
6. подкладки
7. опоры
8. проставки
9. призмы
10. планки
11. клинья
12. шпонки
13. все варианты верны
- № 4 Какие документы являются основанием для проектирования технологической оснастки:
1. техническое задание на проектирование оснастки
2. маршрутная карта
3. операционная карта
4. технологический эскиз
5. схема базирования заготовки
6. схема закрепления заготовки
- № 5 Какие системы закрепления применяются в приспособлениях:
1. механические
2. электрические
3. гидравлические
4. пневматические
5. магнитные
6. позиционные
- № 6 Какие установочные устройства применяются для детали, приведенной на рисунке.



- № 7
1. Невращающийся передний, неврещающийся задний центры и поводковый патрон.
  2. Плавающий передний, неврещающийся задний центр и поводковый патрон.
  3. Плавающий передний, вращающийся задний центр и поводковый патрон.
  4. Трехкулачковый патрон и задний вращающийся центр.
- Каковы преимущества эксцентрикового зажима по сравнению с винтовым зажимом?

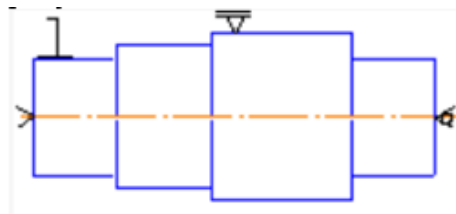
1. Большие усилия закрепления детали.
  2. Закрепления деталей, имеющих значительные колебания размера, перпендикулярного к поверхности закрепления детали.
  3. Быстродействие закрепления.
  4. Надежность закрепления быстровращающихся деталей.
- № 8
- Какие установочные устройства применяются для детали, приведенной на рисунке?



1. Невращающийся передний, неврещающийся задний центры и поводковый патрон.
  2. Плавающий передний, неврещающийся задний центр и поводковый патрон.
  3. Плавающий передний, вращающийся задний центр и поводковый патрон.
  4. Трехкулачковый патрон и задний вращающийся центр.
- № 9
- Для чего служат подводимые и подвижные самоустанавливающиеся опоры?

1. Для регулирования положения детали в приспособлении
  2. Для разгрузки неподвижных опор приспособления
  3. Для подвода детали к неподвижным опорам приспособления
  4. Для повышения жесткости установки детали в приспособлении
- № 10
- Какие установочные устройства применяются для детали приведенной на рисунке?





1. Невращающийся передний, неврещающийся задний центры и поводковый патрон.
2. Плавающий передний, неврещающийся задний центр, поводковый патрон и неподвижный люнет.
3. Невращающийся передний, вращающийся задний центр, поводковый патрон и подвижный люнет.
4. 3-кулачковый патрон, задний вращающийся центр и подвижный люнет.

### ПСК-1/23.3

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Наиболее популярные сегодня методы машинного проектирования технологических процессов?
- № 2 Что является элементами графа?
- № 3 Комплексная деталь – это...
- № 4 Что объединяет техническую подготовку производства и технологическую подготовку производства?
- № 5 Как ранжируются по сложности и по возможностям проектирования табличные, сетевые и перестановочные модели?
- № 6 Какими системами осуществляется управление данными об изделиях?
- № 7 В течение какого периода продолжается технологическая подготовка производства?
- № 8 Какие типы задач решаются при автоматизированном проектировании технологий?
- № 9 Граф промежуточных состояний поверхности – это:
- № 10 Самыми известными платформами для CAE-систем являются:

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Как расшифровывается аббревиатура САПР?
  - a) система автоматизированного производства;
  - b) система автоматического прогнозирования;
  - c) система автоматизированного проектирования;
  - d) системный анализ производства;
- № 2 Дайте наиболее полное определение понятия «система автоматизированного производства»:
  - a) это взаимосвязь техники и человека;
  - b) это пакеты программ, выполняющие функции CAD/CAM/CAE/PDM, т.е. автоматизирующие проектные подготовки производства и конструирования, а также управление инженерным делом;
  - c) это управление инженерным делом;
  - d) это система взаимодействия человека и ЭВМ;
- № 3 CAD (Computer-Aided Design) – это:

- а) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации;
- б) система управления проектными данными;
- с) аппаратные средства для принятия управленческих решений;
- д) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства;
- № 4 CAM (Computer-Aided Manufacturing) – это:
- а) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации;
- б) аппаратные средства для принятия управленческих решений;
- с) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
- д) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства;
- № 5 CAE (Computer-Aided Engineering) – это:
- а) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства;
- б) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
- с) система управления проектными данными;
- д) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации;
- № 6 PDM (Product Data Management) – это:
- а) система технической подготовки производства, предназначенная для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства;
- б) компьютерное обеспечение, предназначенное для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации;
- с) компьютерное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов;
- д) система управления проектными данными;
- № 7 CALS-технологии позволяют осуществить:
- а) автоматизацию логистических функций;
- б) автоматизацию отдельных задач производства;
- с) непрерывность поставок продукции и поддержание ее жизненного цикла;
- д) комплексную автоматизацию предприятия;
- № 8 Управление данными об изделиях осуществляется

1. CAE -системами

2. CAD-системами

3. САМ-системами
4. PDM-системами
- № 9 Графы каких моделей содержат ориентированные циклы
1. Табличных
2. Сетевых
3. Перестановочных
- № 10 Для каких работ предназначены САПР ТП
1. Для проектирования технологических процессов
2. Для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ
3. Для разработки технологического оснащения
4. Для информационной поддержки АСТПП