

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
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)**

**15.03.01 Машиностроение**

год набора группы: 2026

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 Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **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:

ПК-5.1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5.1**

*знания:*

- нормативно-технические и руководящие документы по порядку, правилам разработки и оформления конструкторской и технологической документации;
- системы автоматизированного проектирования (CAD-системы), PDM-системы, CAPP-системы и их возможности в контексте технологической подготовки производства;;

*умения:*

- разрабатывать технологические процессы изготовления деталей низкой сложности, включая выбор схем базирования и закрепления заготовок, технологического оборудования, стандартной оснастки, назначение технологических режимов;
- использовать прикладные компьютерные программы для оформления технологической документации;;

*навыки:*

- оформление технологической документации (маршрутные карты, карты технологического процесса, операционные карты);
- выбор и использование средств технологического оснащения (оборудование, инструменты, приспособления, контрольно-измерительная оснастка) для реализации разработанных технологических процессов;.

## 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 *15.03.01 Машиностроение*.

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-12 — Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
- ОПК-14 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
- ОПК-9 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
- ПК-5.1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности
- ПК-5.2 — Способен задать требования к надежности изделий машиностроения и оценить достигнутые значения надежности изделий машиностроения на всех этапах жизненного цикла
- ПК\*-5.4 — Способен изготавливать на токарных станках простые детали с точностью размеров по 10-14-му качеству, детали средней сложности с точностью по 12-14-му качеству

### 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-5.1
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
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 multifunctional станки. Основные принципы работы в CAE-приложениях Creo, NX. Функциональные возможности CAE-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-систем. 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-систем. 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-систем. Разработка электроэрозионной проволоочной обработки. Виртуальные станки. Симуляция обработки на станке, анализ УП и контроль столкновений между элементами технологической системы «Станок – приспособление – инструмент – деталь» и резаний. Кинематическая модель станка в среде САМ-систем. 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.	36	16	16	20	25
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
4	8	<b>Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.</b> Построение имитационных моделей (цифрового двойника) производственных	24	12	12	12	25

	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.					
<b>Всего за 8 семестр</b>		108	52	52	56	100
<b>Всего по дисциплине</b>		108	52	52	56	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			ТекК	ДР	ВПЗ		Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

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

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

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

**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/> — 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. ЛОЦМАН:PLM 2014;
4. PTC Creo Parametric;
5. 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. Практические занятия:**

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

### **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 **15.03.01 Машиностроение**. 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*:

ПК-5.1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства 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/задания по темам ПЗ;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету.

**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.	. Энциклопедия PLM: Новосибирск: Азия, 2008 (2, 3) 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) 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.	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) Г. Б. Евгеньев. . Программирование обработки на оборудовании с ЧПУ: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2)	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

Перечень вопросов располагается в УМК дисциплины.

#### Зачет

На зачете студенту предоставляются 30 тестовых вопросов по всем разделам курса, время на подготовку ответов 30 минут.

Шкала оценивания:

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

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-5.1	
4	8	<b>Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах.</b>	24	12	12	12	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	<b>Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах .</b>	36	16	16	20	25	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
4	8	<b>Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.</b>	24	12	12	12	25	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
4	8	<b>Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.</b>	24	12	12	12	25	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к зачету
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	52	52	56	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	52	52	56	100	



## Оценочные материалы по дисциплине КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### ПК-5.1 - Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На машиностроительном предприятии принято решение о переходе к цифровому производству, однако существующая инфраструктура, разрозненные системы управления (ERP, MES, САПР) и низкая квалификация персонала создают риски срывов сроков и бюджета. Какие основные этапы такого перехода (в порядке их реализации) и ключевые сложности на каждом из них характерны для типового машиностроительного производства?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между методами моделирования и решаемыми задачами:

Метод моделирования	Решаемая задача
1. Агентное моделирование.	А. Прогнозирование деформаций при обработке.
2. Нейросетевые модели.	Б. Оптимизация логистических потоков.
3. Метод конечных элементов.	В. Распознавание дефектов изделий.
4. Дискретно-событийное моделирование.	Г. Прогнозирование выхода продукции.
5. Регрессионный анализ.	Д. Анализ производственных очередей.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между компонентами CAD/CAM-систем и их функциями в технологической подготовке:

Компонент системы	Функция в ТПП
1. САПР модуль.	А. Генерация управляющих программ.
2. CAM процессор.	Б. Автоматическое проектирование оснастки.
3. CAE анализатор.	В. Разработка технологических маршрутов.
4. Tooling Designer.	Г. Проверка технологичности конструкции.
5. DFM модуль.	Д. Анализ напряжений и деформаций.

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите правильную последовательность этапов создания цифрового двойника технологического процесса:

1. Интеграция с системами реального времени.
2. Разработка математической модели процесса.
3. Валидация модели на реальных данных.
4. Анализ и оптимизация параметров.
5. Сбор данных с производственного оборудования.

- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите правильный порядок этапов работы с изделием в PDM-системе:
1. Согласование и утверждение изменений.
  2. Создание новой версии изделия.
  3. Фиксация изменений в репозитории.
  4. Анализ влияния изменений на связанные компоненты.
  5. Инициирование запроса на изменение.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что такое "Цифровой двойник" (Digital Twin) в контексте цифрового производства?
1. Резервная копия базы данных.
  2. Виртуальная копия физического объекта или процесса, используемая для анализа и оптимизации.
  3. Программа для 3D-печати.
  4. Автоматизированная система складского учета.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой этап жизненного цикла изделия охватывает CAPE-система?
1. Только разработку конструкторской документации.
  2. Только технологическую подготовку производства.
  3. Разработку и технологическую подготовку производства.
  4. Только послепродажное обслуживание.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой из перечисленных процессов относится к технологической подготовке производства в CAD/CAM-системах?
1. Разработка маршрутной технологии.
  2. Создание управляющих программ для ЧПУ.
  3. Проведение маркетинговых исследований.
  4. Расчет себестоимости продукции.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных систем относятся к CAD/CAM?
1. SolidWorks.
  2. Autodesk Fusion 360.
  3. Microsoft Project.
  4. 1С:Предприятие.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие функции выполняют PDM-системы?

1. Управление версиями и изменениями конструкторской документации – PDM обеспечивает контроль версий и отслеживание изменений.
2. Организация совместной работы над проектами – PDM позволяет нескольким специалистам работать с данными без конфликтов.
3. Генерация G-кода для станков с ЧПУ – это функция САМ-систем, а не PDM.
4. Проведение CFD-анализа – относится к инженерному моделированию, а не к управлению данными.

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

Что включает в себя цифровое производство (Digital Manufacturing)?

1. Использование цифровых двойников – виртуальные модели, отражающие реальные процессы.
2. Внедрение IoT и промышленного интернета вещей – сбор данных с оборудования в реальном времени.
3. Ручная разработка чертежей на бумаге – противоречит концепции цифрового производства.
4. Исключение компьютерного моделирования – наоборот, цифровое производство активно использует моделирование.

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На машиностроительном предприятии при запуске производства новой детали выявлены систематические отклонения геометрических размеров и шероховатости поверхности после механической обработки, что приводит к росту брака и затрат на доводку. Как применение компьютерного моделирования технологического процесса обработки (например, в системе CAD/CAE) позволяет выявить и устранить причины этих отклонений до начала реального производства и какое влияние это оказывает на итоговое качество выпускаемой продукции?