

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
5	10	4	144	51	17	0	34	93	0	18	75	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2026

Программу составили:

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

Иванов Олег Анатольевич, к.т.н., доцент

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**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ 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:

ОПК-8 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ПК-1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-8**

*знания:*

- Основы теории и практики работы с современными информационными технологиями, включая программное обеспечение для проектирования и моделирования.
- Принципы функционирования систем автоматизации и управления в производстве боеприпасов.
- Знания о методах обработки и анализа данных, используемых в инженерных расчетах и испытаниях.
- Основы кибербезопасности и защиты информации в контексте производственной деятельности.;

*умения:*

- Уметь применять программные средства для моделирования процессов производства и испытаний боеприпасов.
- Уметь анализировать и интерпретировать данные, полученные в результате испытаний и исследований.
- Уметь разрабатывать и оптимизировать технологические процессы с использованием информационных технологий.
- Уметь использовать системы автоматизированного проектирования (САПР) для разработки проектной документации.;

*навыки:*

- Навыки работы с современными программами для проектирования и анализа (например, CAD-системы, системы для численного моделирования).
- Навыки работы с базами данных и системами управления данными для хранения и обработки информации о боеприпасах.
- Навыки работы в команде с использованием информационных технологий для совместного проектирования и разработки.
- Навыки оценки эффективности применения информационных технологий в производственных процессах..

## **ПК-1**

*знания:*

- Знание основ технологии производства машиностроительных изделий, включая процессы механической обработки, сборки и контроля качества.
- Знание нормативных документов и стандартов, регулирующих производство боеприпасов и взрывателей.
- Знание принципов работы и конструкции оборудования, используемого в производстве боеприпасов.
- Знание методов испытаний и контроля качества боеприпасов и взрывателей.;

*умения:*

- Умение разрабатывать технологические процессы для производства изделий средней сложности, включая выбор методов обработки и оборудования.
- Умение проводить анализ и оптимизацию технологических процессов с целью повышения их эффективности и безопасности.
- Умение составлять технологическую документацию, включая карты технологических процессов и инструкции по эксплуатации оборудования.
- Умение проводить испытания и оценивать качество готовой продукции в соответствии с установленными стандартами.;

*навыки:*

- Навыки работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования технологических процессов.
- Навыки работы с измерительными и контрольными приборами для оценки качества продукции.
- Навыки командной работы и взаимодействия с другими специалистами в процессе технологической подготовки производства.

- Навыки анализа и решения проблем, возникающих в процессе технологической подготовки и производства..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И СНАРЯЖЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ, КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, САМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА, ИЗМЕРЕНИЯ, ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.**

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-16 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ПК-1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ОПК-8	ПК-1
5	10	<b>Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах. Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей.</b> Основные принципы работы в современных CAPP-системах. 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 и управление данными в технологическом представлении электронной структуры изделия (Manufacturing BOM). 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 ТехноПро. Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль.	42	14	4	10	28	25	25
5	10	<b>Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.</b> Основные принципы работы в современных CAD-системах. Современные CAD-системы, 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 CAE-приложениях. Функциональные возможности CAE-приложениях Cgeo, NX для расчета сил и моментов закрепления деталей. Основные принципы работы в CAD-системах. CAD-систем их функциональных возможностей для проектирования электронных 3D моделей Основные принципы работы в CAM-системах. CAM-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 резаний. Кинематическая модель станка в среде САМ-системы.	40	12	4	8	28	25	25

		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.						
5	10	<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.	35	12	4	8	23	25
5	10	<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.	27	13	5	8	14	25
<b>Всего за 10 семестр</b>			144	51	17	34	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	34	93	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. Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей.	Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль-Лоцман.	10
2	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.	Разработка технологии изготовления детали на станках с ЧПУ	8
3	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	Разработка цифрового двойника технологического процесса изготовления детали с помощью трёхмерной симуляции.	8
4	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	Построение имитационной модели (цифрового двойника) производственной системы.	8
<b>Всего за 10 семестр</b>			34

### 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. Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей.	Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль в среде Лоцман.	28
2	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.	Функциональные возможности современных САМ-систем для оформления технологической	28



		документации на операции обработки заготовок на станках с ЧПУ.	
3	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	Создание цифрового двойника технологических процессов сборки и эргономика ручных сборочных операций.	23
4	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	Принципы оптимизации коэффициента использования оборудования; объемов незавершенного производства; размеров накопителей, межоперационных заделов.	14
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>93</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ исходных данных. Краткая характеристика и анализ требований к детали.	1 - 2	2
Этап 2. Разработка конструкторской трехмерной модели детали.	3 - 4	2
Этап 3. Разработка чертежа на основе конструкторской трехмерной модели детали.	5 - 7	2
Этап 4. Анализ производственной программы. Анализ технологичности конструкции детали. Выбор и обоснование вида и способа получения заготовки.	8 - 10	4
Этап 5. Разработка технологического маршрута. Выбор оборудования и технологического оснащения.	11 - 15	6
Этап 6. Разработка технологии выполнения операции на станке с ЧПУ.	16 - 17	2
<b>Всего за 10 семестр</b>		<b>18</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
10		КР, ВПЗ	КР			ДР	ВПЗ			ДР			КР	ВПЗ	КР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КР – курсовая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 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, 42 экз.
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. П. Ф. Юрчик, В. Б. Голубкова. . Применение CALS-технологий на предприятии. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. С. Александров, В. В. Голикова, Д. В. Васильков. . Обработка деталей на сверлильных станках. СПб.: НИЦ АРТ, 2019, 1 экз.

### 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.

### 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. SolidWorks 2015 R5;
3. ЛОЦМАН:PLM 2014;
4. КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ АСКОН 2014.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. PTC Creo;
4. SolidWorks 2015 R5;
5. ЛОЦМАН:PLM 2014;
6. КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ АСКОН 2014.

### **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 **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. 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*:

ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ПК-1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с автоматизированным проектированием технологических процессов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей.</b>		
Проектирование технологических процессов в системе Вертикаль в среде Лоцман.	. 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 (1,2,3) П. Ф. Юрчик, В. Б. Голубкова. . Применение CALS-технологий на предприятии: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1,5)	28
Итого по разделу 1		28
<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.	А. С. Александров, В. В. Голикова, Д. В. Васильков. . Обработка деталей на сверлильных станках: СПб.: НИЦ АРТ, 2019 (2) Г. Б. Евгеньев. . Программирование обработки на оборудовании с ЧПУ: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1)	28
Итого по разделу 2		28
<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)	23
Итого по разделу 3		23
<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)	14
Итого по разделу 4		14

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену;
- 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.

#### 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.

#### Курсовая работа

Тема Курсовой работы приведена в УМК дисциплины.

Критериями оценки работы являются:

- соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;
- уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала, обоснованность и четкость сформулированных выводов;
- четкость структуры работы и логичность изложения материала;
- владение профессиональной терминологией, орфографическая и пунктуационная грамотность;
- соответствие формы представления всем требованиям, предъявляемым к оформлению курсового проекта;
- глубина и точность ответов на вопросы при устной защите курсового проекта.

Дополнительно учитываются: сложность проекта, работа студента над проектом, в частности, соблюдение сроков сдачи этапов, указанных в задании, а также результаты защиты.

Результаты КП представляются с соблюдением требований к содержанию и оформлению, предусмотренных инструкцией по выполнению КП:

- в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1 экземпляр;
- в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес руководителя – 1 экземпляр

Оценка курсового проекта «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» определяется по результатам защиты перед комиссией в соответствии с требованиями, Положения о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова).

Курсовая работа принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 3-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовая работа принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовая работа принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовая работа не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке.

### Вопросы к экзамену

1. Перечислить этапы выполнения опытно-конструкторских работ, и изложить их содержание.
2. Назвать основные стандарты серии «Единая система конструкторской документации (ЕСКД)». Дать их характеристику и указать взаимосвязь.
3. Какие работы по технологической подготовке производства должны проводиться на этапе эскизного проекта.
4. Какие работы по технологической подготовке производства должны проводиться на этапе технического проекта.
5. Какие работы по технологической подготовке производства должны проводиться на этапе разработки рабочей конструкторской документации ОКР.
6. Перечислить возможные этапы, составляющие отработку (доводку) опытного образца изделия военного назначения.
7. Перечислить этапы технологической подготовки производства и изложить их содержание.
8. Назвать основные стандарты серии «Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)». Дать их характеристику и указать взаимосвязь.
9. Назвать основные стандарты серии «Единая система технологической документации (ЕСТД)». Дать их характеристику и указать взаимосвязь.
10. Три основных стадии проектирования технологического процесса (ТП).
11. Какие средства автоматизированной разработки технологий и разработки технологической документации используются на предприятиях ОПК.
12. Разработать блок схему производства узла изделия военного назначения.
13. Разработать блок схему производства детали изделия военного назначения.
14. Определить состав и основное содержание технологической документации ТП изготовления узла изделия военного назначения.
15. Определить состав и основное содержание технологической документации ТП изготовления детали изделия военного назначения.
16. Разработать технологическую документацию в среде САПР-Т.
17. Разработать технологическую документацию в среде MPMLink.
18. Определить место и роль
19. Технологии в обеспечении требуемых характеристик детали военного назначения.
20. Перечислить современные проблемы проектирования сложных изделий и комплексов военной техники.
21. Привести примеры противоречий между продолжительностью разработки и сроками морального старения изделия военной техники.
22. Перечислить современные проблемы разработки технологий, проектирования технологических процессов изготовления сложных изделий и комплексов военной техники.
23. Перечислите требования к трехмерной модели сборки.
24. Перечислите и опишите основные положения и приемы нисходящего проектирования в CAD приложении.
25. Перечислите требования к трехмерной модели детали.
26. Дать развернутое описание существующих методик разработки информационно связанных конструкторской, расчетной, технологической моделей.
27. Перечислить и проиллюстрировать приемы работы с использованием наследования, копирования информации трехмерной модели детали.
28. Перечислить и описать порядок создания проектных параметров и критериев оптимизации трехмерной технологической модели детали.
29. Дать описание алгоритма оптимизации трехмерной технологической модели детали (заготовки) в САЕ приложении.
30. Разработать трехмерную модель сборки в CAD приложении в соответствии с методологией нисходящего проектирования.
31. Разработать конструкторскую, расчетную, технологическую модели с использованием копирования и наследования информации.
32. Провести оптимизацию трехмерной технологической модели детали и промежуточных заготовок.
33. Провести оптимизацию трехмерной технологической модели детали в САЕ приложении.
34. Провести расчет закрепления трехмерной технологической модели детали (заготовки) в САЕ приложении.
35. Перечислить основные приемы совместной разработка изделия военного назначения в CAD приложении в среде PDM системы.
36. Перечислить и описать основные приёмы работы с конструкторскими и технологическими данными в среде PDM системы.

### Экзамен



На экзамене студенту предоставляются 3 вопроса по всем разделам курса, время на подготовку ответов 45 минут.

Оценка «отлично»

- 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;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»

- 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.



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		ОПК-8	ПК-1	
5	10	Раздел 1. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAPP-, PDM-системах. Современные системы автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-системы), их функциональных возможностей для проектирования технологических процессов изготовления деталей.	42	14	4	10	28	25	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
5	10	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.	40	12	4	8	28	25	25	Курсовая работа, Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	10	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	35	12	4	8	23	25	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
5	10	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	27	13	5	8	14	25	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа, Вопросы к экзамену
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	100	

## **Оценочные материалы по дисциплине АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**ОПК-8 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности**

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

**Какая САМ-функция позволяет избежать столкновений инструмента и детали при симуляции?**

1. Постпроцессорная обработка
2. Генерация управляющей программы
3. Анализ траектории
4. Контроль столкновений

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

**Какой функционал реализован в CAE-среде при проведении прочностного анализа?**

1. Оценка технологичности
2. Статический расчет нагрузок и деформаций
3. Построение кинематики
4. Сканирование модели

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

**Что определяет система координат в САМ-программировании?**

1. Количество операций
2. Направление движения заготовки
3. Положение нуля детали
4. Скорость резания

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

**Какие принципы лежат в основе анализа технологичности изделия на этапе проектирования?**

1. Минимизация веса изделия
2. Использование стандартных технологических процессов
3. Возможность автоматизации производства
4. Увеличение количества переходов
5. Сложность сборочного чертежа

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

**Какие средства технологического оснащения подбираются для операций сверления в типовом процессе?**

1. Универсальный токарный патрон
2. Сверлильный станок или приспособление
3. Приспособление для радиального фрезерования
4. Кондуктор
5. Измерительный микроскоп

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

**Какие принципы учитываются при выборе контрольно-измерительных приборов?**

1. Стоимость прибора

2. Диапазон измеряемых значений
3. Условия хранения детали
4. Требуемая точность измерений
5. Масса измеряемой детали

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что собой представляют САЕ-приложения, и каковы основные принципы их работы при расчетах?

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объясните принципы работы САМ-систем. Какие задачи они решают при разработке управляющих программ?

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между действиями и модулями САМ-систем.

Действия	Содержания действий
1. Разработка траектории фрезерования.	А. Построение траектории
2. Определение нуля детали.	Б. Установка системы координат
3. Выбор инструмента для обработки.	В. Подбор инструмента
4. Построение управляющей программы.	Г. Генерация управляющей программы
5. Симуляция процесса.	

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между действием и его описанием в САМ системах.

Действия	Содержания действий
1. Автоматический выбор режимов на основе базы инструмента.	А. Библиотека инструментов
2. Подбор траектории для черновой обработки.	Б. Стратегия обработки
3. Определение глубины резания и подачи.	В. Технологические режимы
4. Учет материала заготовки при расчётах.	Г. Свойства материала
5. Привязка к типу станка.	

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

**Этапы проведения прочностного анализа в САЕ-системе**

1. Назначение материалов
2. Расчет и анализ результатов

3. Создание сетки
4. Применение нагрузок и креплений
5. Импорт CAD-модели

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

**Этапы постпроцессорной обработки управляющей программы**

1. Назначение постпроцессора
2. Генерация кода УП
3. Анализ кода
4. Передача УП на станок
5. Выбор модели станка

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

**Что является основным преимуществом параметрического моделирования в современных CAD-системах?**

1. Возможность ручного черчения
2. Упрощение рендеринга
3. Возможность автоматического изменения модели при изменении параметров
4. Совместимость с 3D-принтерами

**ПК-1 - Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем заключается симуляция обработки на виртуальных станках в САМ-среде? Как осуществляется контроль столкновений и анализ УП?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите действия и элементы управляющих программ

Понятия	Характеристики
1. Команда выбора инструмента.	А. T1
2. Подача инструмента при обработке.	Б. F200
3. Задание частоты вращения.	В. S500
4. Команда включения шпинделя.	Г. M3
5. Команда перемещения по осям.	

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

**Последовательность подготовки управляющей программы (УП) в САМ-системе**

1. Создание траекторий обработки
2. Импорт 3D-модели детали
3. Назначение заготовки
4. Постпроцессорная обработка и экспорт УП
5. Определение системы координат

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

**Последовательность выбора системы координат при программировании в САМ**

1. Привязка к нулевой точке
2. Анализ конструкции детали
3. Подтверждение ориентации инструмента
4. Определение базовой поверхности
5. Выбор координатной системы

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

**Какой тип обработки характеризуется высокими скоростями резания и малой глубиной резания?**

1. Токарная обработка
2. Высокоскоростное фрезерование
3. Долбление
4. Электроэрозионная обработка

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

**Какое преимущество ассоциативной связи между CAD- и САМ-моделью?**

1. Экспорт чертежей
2. Автоматическая генерация маршрута
3. Автоматическое обновление УП при изменении модели
4. Выбор режущего инструмента

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

**Какой элемент САМ-системы необходим для генерации G-кодов под конкретный станок?**

1. CAD-модель
2. Постпроцессор
3. Стратегия обработки
4. Материал заготовки

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

**Какие факторы необходимо учитывать при выборе технологических баз в САПР-системах?**

1. Минимальное количество инструмента
2. Жесткость установки заготовки
3. Устойчивость формы базовой поверхности
4. Скорость вращения шпинделя
5. Марка используемого инструмента

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

**Какие функции реализуются в системе Вертикаль при проектировании технологических процессов?**

Выберите два верных ответа и обоснуйте свой выбор.

1. Управление персоналом производства
2. Генерация маршрутных и операционных карт
3. Расчёт заработной платы
4. Выбор режимов обработки и оборудования
5. Оптимизация затрат на логистику

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

**Какие данные используются в технологическом представлении электронной структуры**

### изделия (Manufacturing BOM (MBOM ))?

1. Информация о поставщиках материалов
2. Последовательность операций изготовления
3. Список используемых станков
4. Комплектующие изделия и сборочные единицы
5. Данные по режимам резания

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое постпроцессорная обработка управляющих программ и как она осуществляется в САМ-системе?

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между понятиями и их характеристиками.

Понятия	Характеристики
1. Нулевая точка заготовки.	А. Ноль программы
2. Базовая координатная система станка.	Б. Ноль станка
3. Система смещённых координат.	В. G54 – G59
4. Задание абсолютных координат	Г. G90
5. Система координат детали.	