

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	9	3	108	51	17	0	34	57	0	18	39	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2025

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

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., 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:

ПСК-5.10 — Способен применять системы автоматизации планирования (проектирования) технологических процессов (САРР) при решении задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-5.10

знания:

Алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.;

умения:

Разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.;

навыки:

Алгоритмами и современными цифровыми системами автоматизированного проектирования производственно-технологической документации.;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЙ.**

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения
- ПСК-5.13 — Способен применять системы автоматизированного проектирования (CAD) при решении задач профессиональной деятельности
- ПСК-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ
- ПСК-5.4/24 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям
- ПСК-5.8 — Способен применять системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) при решении задач профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-5.10
5	9	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. 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.	28	14	4	10	14	25
5	9	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах. 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 Creo, 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 САМ-системах. 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 САД-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 электроэрозивной 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. 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.	26	12	4	8	14	25
5	9	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I. Моделе-ориентированный процесс подготовки производства. Создание цифрового двойника технологических процессов, их проверка и оптимизации с	26	12	4	8	14	25

		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.						
5	9	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II. 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.	28	13	5	8	15	25
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	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
Всего за 9 семестр			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.	14
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.	14
3	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	Создание цифрового двойника технологических процессов	14

		сборки и эргономика ручных сборочных операций.	
4	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	Принципы оптимизации коэффициента использования оборудования; объемов незавершенного производства; размеров накопителей, межоперационных заделов.	15
Всего за 9 семестр			57

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
Всего за 9 семестр		18

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
9		КР, ВПЗ	КР	ТекК	Зад. СРС	ДР	ВПЗ	ТекК, КР	Зад. СРС	ДР			КР	ВПЗ	КР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КР – курсовая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Зад. СРС – задания для самостоятельной работы;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный 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, 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 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. 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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. 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-5.10 Способен применять системы автоматизации планирования (проектирования) технологических процессов (САРР) при решении задач профессиональной деятельности.

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 для текущего контроля;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 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.	. 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. 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)	14
Итого по разделу 1		14
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.	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)	14
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.		
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)	14
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.		
Принципы оптимизации коэффициента использования оборудования; объемов незавершенного производства; размеров накопителей, межоперационных заделов.	А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) . Энциклопедия PLM: Новосибирск: Азия, 2008 (3)	15
Итого по разделу 4		15

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;
- задания для самостоятельной работы;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный 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 по ссылке:

<https://moodle.voenmeh.ru>

Шкала оценивания:

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

Задания для самостоятельной работы

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.

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 дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету приведены в УМК дисциплины.

Перечень вопросов по ссылке: <https://moodle.voenmeh.ru>

Дифференцированный зачет

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

Оценка «Зачтено-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 «Зачтено-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 «Зачтено-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 «Не зачтено-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		ПСК-5.10		
5	9	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.	28	14	4	10	14	25	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля, Курсовая работа, Задания для самостоятельной работы	
5	9	Раздел 2. Компьютерное проектирование технологических процессов в CAD/CAM-системах.	26	12	4	8	14	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Задания для самостоятельной работы, Курсовая работа, Вопросы для текущего контроля	
5	9	Раздел 3. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - I.	26	12	4	8	14	25	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля, Задания для самостоятельной работы, Курсовая работа	
5	9	Раздел 4. Цифровое производство. Компьютерное моделирование технологических процессов - II.	28	13	5	8	15	25	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Задания для самостоятельной работы, Курсовая работа, Вопросы для текущего контроля	

Всего за 9 семестр	108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине	108	51	17	34	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ПСК-5.10 - Способен применять системы автоматизации планирования (проектирования) технологических процессов (САРР) при решении задач профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что является основным преимуществом параметрического моделирования в современных САД-системах?**
1. Возможность ручного черчения
 2. Упрощение рендеринга
 3. Возможность автоматического изменения модели при изменении параметров
 4. Совместимость с 3D-принтерами
- № 2 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
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой функционал реализован в САЕ-среде при проведении прочностного анализа?**
1. Оценка технологичности
 2. Статический расчет нагрузок и деформаций
 3. Построение кинематики
 4. Сканирование модели
- № 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 закреплений
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 определяет система координат в САМ-программировании?

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