

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 27.09.2023 11:58:26  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

/Е.В. Сафонов/



.....2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Высокоинтегрированные технологии в металлообработке  
(CAD/CAM/CAE – технологии)»**

Направление подготовки:

**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»**

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового  
производства»**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии)» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и программой по направлению **15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**, Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифровых производств»

**Программу составил:**

доцент, к.т.н. Александров А.В. /\_\_\_\_\_/

Программа дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии)» утверждена на заседании кафедры «Технология и оборудование машиностроения»

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой Васильев А.Н. /\_\_\_\_\_/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

В.М. Аббясов /\_\_\_\_\_/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

\_\_\_\_\_ /доц., к.т.н. Аббясов В.М./

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии Васильев А.Н. / проф., к.т.н. Васильев А.Н./

«13» 09 2022 г. Протокол: N 14-12

Присвоен регистрационный номер:

15.03.05 .01/01.2022.045

# 1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии» относятся:

- формирование комплекса знаний, умений и навыков разрабатывать технологические процессы обработки деталей (электронная модель операционной заготовки) на оборудовании с ЧПУ при помощи систем «CAD/CAM/PDM /CAE(например, система « CATIA V5»);
- формирование у обучающихся комплекса навыков проектирования прогрессивных технологических процессов механической обработки деталей на высокоэффективном, быстро переналаживаемом оборудовании с числовым программным управлением;

Задачи учебной дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии» следует отнести:

- формирование навыков автоматизированного проектирования технологического процесса обработки детали на оборудовании с ЧПУ (электронная модель операционной заготовки) и управляющих программ средней сложности для станков с числовым программным управлением;

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет, углубляет и демонстрирует части следующих профессиональных компетенций:

ОПК-3 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3);

ОПК-2 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Освоение данной дисциплины формирует у студента знания и навыки в области сквозных цифровых технологий - методы проектирования (компьютерного моделирования) технологических процессов (электронная модель операционной заготовки) механической обработки деталей на оборудовании с ЧПУ и готовит специалиста к практическому применению указанных технологий в производстве.

Дисциплина «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В Обязательной части цикла (Б1):*

- Компьютерный практикум по инженерной графике;
- Технология машиностроения;
- Основы проектирования деталей и узлов машин.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
<b>ОПК-10</b>	- Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств	<p><b>знать:</b> - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий;</p> <p>- процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;</p> <p><b>уметь:</b> - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование;</p> <p>- определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции.</p> <p>- практическими навыками построения операционной заготовки, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями;</p> <p>- навыками выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины (приложение 1) составляет 4 зачетные единицы (144 академических часов), аудиторных 54 часов, из них – 36 часов лекций и 18 часов - лабораторных работ.

Изучение дисциплины предусмотрено **на 8 семестре**, по завершению курса экзамен.

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1.** Основные сведения о системах цифрового проектирования CAD/CAM/CAE/PDM и оборудовании цифрового производства

Основные сведения о системах САПР ТП и их классификация. Современные системы цифрового проектирования и производства изделия (например, система «CAD/CAM/PDM/CAE CATIA V5»).

Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация. Структурные схемы станков с ЧПУ. Системы координат и движения станка. Сведения о системы управления ЧПУ.

## **Раздел 2. Автоматизированное проектирование технологических процессов на станках с ЧПУ (Создание электронной модели операционной заготовки).**

Общие принципы построения числовых программ обработки. Разработка (детализация) технологических операций и определение последовательности переходов обработки операции при подготовке УП для станков с ЧПУ. Общие принципы **выбора станков** с ЧПУ. Управляемые оси токарного станка с ЧПУ. Общие принципы выбора металлорежущего и вспо-могательного инструмента для станков с ЧПУ. Система обозначений металлорежущего инструмента для токарных резцов. Технологические возможности контурных резцов. Особенности выбора отрезных и резьбонарезных резцов. Особенности выбора сверл. Размерная привязка режущего инструмента. Определение траекторий перемещения инструментов и координатных опорных точек. Расчет припусков ( $Z_{min}$ ) и операционных размеров. Назначение режимов резания на станках ЧПУ. Режимы обработки: высокоскоростные, высокопроизводительные Циклы обработки детали по замкнутому контуру. Нарезание цилиндрической резьбы комбинированной обработки детали. Разработка технологии токарной обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси: обработка пазов, шлицев, винтовых пазов, поверхностей, цепочек резьб, перпендикулярных к оси детали отверстий и др. Постоянные циклы нарезания резьбы. Особенности работы с фрезерным шпинделем. Программирование станков с двумя инструментальными блоками. Разработка технологии обработки системы отверстий параллельных и радиальных пазов, а также растачивания отверстий на фрезерных станках с ЧПУ. Типовые схемы технологических переходов, выполняемых при фрезерной обработке. Расчет режимов резания и нормирование операций механической обработки деталей на станках с ЧПУ. Типовые траектории движения фрезы (зигзагообразный и спиралевидный), применяемые при обработке деталей на обрабатывающих центрах, их характеристика и обоснованный выбор рациональной схемы. Особенности объемного фрезерования с одновременным движением режущего инструмента по трем осям. Пяти осевая фрезерная обработка поверхностей деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Круговое фрезерование отверстий деталей взамен растачивания, преимущества и области применения. Технология обработки основных отверстий корпусных деталей на обрабатывающих центрах с использованием оси С. Техноло-гическая оснастка, применяемая при обработке цилиндрических и корпусных деталей на обрабатывающих центрах. Специфика расчета режимов резания при обработке деталей на обрабатывающих центрах. Коррекция диаметра инструмента. Внутренняя расточка. Постоянные циклы сверления. Спе-цифика расчета режимов резания при обработке деталей на обрабатывающих центрах. Факторы, определяющие точность обработки деталей на много-функциональном токарном станке с ЧПУ, методика расчета ожидаемой погрешности обработки. Специфика определения элементарных погреш-ностей обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Разработка технологических мероприятий повышения геометрической точности меха-нической обработки

деталей на современных многофункциональных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Структура дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии» **Приложение А.**

### **5. Образовательные технологии.**

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое

	машиностроительных производств
--	--------------------------------

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения студентами дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

## **6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

### **«Экзамен», восьмой семестр**

<b>ОПК-10 - Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> - формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - формировать твердотельные элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;

<p><b>владеть:</b> практическими навыками построения операционной заготовки, технологических наладок, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки</p>	<p>Обучающийся владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками технологических расчетов операционной заготовки, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
---	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

*а) основная литература:*

**CATIA Документация**, Версия 5, Выпуск 19

© Dassault Systèmes, 1999-2008. All rights reserved.

*б) дополнительная литература:*

1. Яблочников Е.И. Методологические основы построения АСТПП / СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – 84 с.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Компьютерный класс кафедры «Технология и оборудование машиностроения» Ауд. АВ1517, оснащенный: 15 компьютерами, графопостроителем, принтером, интерактивным экраном (телевизор), объединенными в локальную сеть.

Программное обеспечение:

1. Система «PDM/CAD/CAM/CAE/» «Dassault Systemes Russia Corp» (академическая лицензия): ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Интернет-ресурсы по CATIA.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

## 11. Приложения



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Направление подготовки:

**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»**

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового  
производства»**

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Технологии и оборудование машиностроения

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE –  
технологии)»**

**Состав: 1. Структура и содержание дисциплины**

**2. Описание оценочных средств**

---

---

---

**Составитель:**

**Александров А.В.**

Москва, 2022 год

## Приложение А.

Структура и содержание дисциплины «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии)».

Направление подготовки:

### 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового производства», очная форма обучения**

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Формы	
			П/С	Л	Лаб	СРС	КСР	Э	З
1. Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация.	8	1		4	2	4			
2. Основные сведения о ЧПУ и системы управления CNC.	8	2							
3. Общие принципы построения числовых программ обработки для токарных операций.	8	3		4	2	4			
4. Разработка (детализация) технологических операций и определение последовательности переходов обработки операции при подготовке УП для станков с ЧПУ.	8	4							
5. Общие принципы выбора станков с ЧПУ. Система координат станка. Система координат детали. Система координат инструмента. Связь систем координат.	8	5		4	2	4			
6. Общие принципы выбора металлорежущего и вспомогательного	8	6							

инструмента для станков с ЧПУ.									
7. Технологические возможности контурных резцов.	8	7		4	2	4			
8. Особенности выбора отрезных и резьбонарезных резцов.	8	8							
9. Расчет припусков ( $Z_{min}$ ) и операционных размеров.	8	9		4	2	4			
10. Назначение режимов резания на станках ЧПУ. Режимы обработки: высокоскоростные, высокопроизводительные	8	10							
11. Циклы обработки детали по замкнутому контуру.	8	11		4	2	4			
12. Разработка технологии токарной обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси.	8	12							
13. Проектирование технологических процессов на станках с ЧПУ фрезерной группы.	8	13		4	2	4			
14. Разработка технологии обработки системы отверстий, параллельных и радиальных пазов, растачивания отверстий на фрезерных станках с ЧПУ.	8	14							
15. Типовые схемы технологических переходов, выполняемых при фрезерной обработке.	8	15		4	2	4			
16. Расчет режимов резания и нормирование операций.	8	16							
17. Типовые траектории движения фрезы (зигзагообразный и спиралевидный), их характеристика и обоснованный выбор рациональной схемы.	8	17		4	2	4			
18. Особенности объемного фрезерования с одновременным движением режущего инструмента по трем осям.	8	18							
<b>Итого за 8 семестр - 144</b>				<b>36</b>	<b>18</b>	<b>90</b>			<b>Э</b>

## 2. Описание оценочных средств

Тематика лабораторных работ по дисциплине «Высокоинтегрированные технологии в металлообработке (CAD/CAM/CAE – технологии)»

Направление подготовки:

### 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового производства», очная форма обучения**

**Тема 1: «Проектирование электронной модели операционной заготовки в среде CATIAV5 методом «сборки» - 6 час.**

Оснащение: - Компьютерный зал кафедры «Технология и оборудование машиностроения» 15 рабочих мест.

- Академическая лицензия **CatiaV5: ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package.**

- Методические указания к лабораторным работам «Моделирование механической обработки автомобильных деталей на токарных станках ЧПУ в **CatiaV5**», Стржемечный М. М. – М.: Университет машиностроения, 2015.

**Тема 2: «Формирование цифровой программы обработки детали на оборудовании с ЧПУ» - 12 час.**

Оснащение:

- Компьютерный зал кафедры «Технология и оборудование машиностроения» 15 рабочих мест.

- Академическая лицензия **CatiaV5: ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package.**

Электронные методические указания к лабораторным работам:

- Учебный элемент 001 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 002 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 003 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 004 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 006 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 007 «**Advanced Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;
- Учебный элемент 008 «**Multi-Axis Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

доцент, к.т.н. / \_\_\_\_\_ / Александров А.В./