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 _____ / проф., к.т.н. Васильев А.Н./
«13» 09 20 22 г. Протокол: № 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 технологи-ческого процесса обработки детали на оборудовании с ЧПУ (электронная модель операционной заготовки) и управляющих программ средней слож-ности 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 основ-ных требований информационной безопасности (ОПК-3);

ОПК-2 - владением основными методами, способами и средствами получе-ния, 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 |
| **ОПК-10** | - Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств | **знать:** - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий;<br>- процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;<br>**уметь:** - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование;<br>- определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы;<br>**владеть:** - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции.<br>- практическими навыками построения операционной заготовки, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями;<br>- навыками выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции. |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины (приложение 1) составляет 4 зачетные единица (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 (Zmin) 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 использование 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 форми-рования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

**«Экзамен», восьмой семестр**

**ОПК-10** - Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: 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 аннализтических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**- формировать элементы электронной моделей 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 элек-тронной моделей 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 моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой; | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой; | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать элементы электронной моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой; |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:** практическими навыками построения операционной заготовки, технологических наладок, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки | Обучающийся владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. | 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. | Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками технологических расчетов операционной заготовки, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

## 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 (Zmin) 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 использование 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** | | | | | | | |
| **Итого за 8 семестр - 144** | | | | **36** | **18** | **90** | | **Э** | |

**Приложение Б.**

## 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./