

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 20.10.2023 12:40:22
Уникальный идентификатор:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е. В. Сафонов/

2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Технологические основы цифрового производства

Направление подготовки

15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки

«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Москва 2020

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - научить будущих специалистов обоснованию принятия эффективных технологических решений при автоматизации машиностроительного производства.

Задачи дисциплины - формирование умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

- обоснованный выбор прогрессивного технологического оборудования и оснащения для автоматизации производства;
- освоение различных способов создания управляющих программ для автоматизированного оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета. Связь дисциплины с другими модулями (дисциплинами) учебного плана

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору цикла профессиональных дисциплин.

Освоение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Основы технологии машиностроения», «САПР технологических процессов обработки», «Основы математического моделирования технологических процессов», «Инженерная графическая информация», «Оборудование и средства технологического оснащения ФХО».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины 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
ПК-6	умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техническую документацию для разработки управляющей программы; • технологические возможности токарных, фрезерных, сверлильных, расточных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров; • последовательность проверки и отладки управляющих программ; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать оснастку, инструмент и режимы механической обработки; • программировать оборудование с ЧПУ;

		<ul style="list-style-type: none"> • выполнять наладку инструмента и оснастки на оборудовании с ЧПУ. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способностью разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий; • методикой разработки маршрутной технологии и операции механической обработки для станков с ЧПУ; • способами и правилами программирования оборудования с ЧПУ с использованием программного обеспечения станка, G и M кодов, САМ-систем.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины (приложение А) составляет 4 зачётных единицы, т.е. 144 академических часа (из них 81 час – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Технологические основы цифрового производства» изучаются на четвертом курсе.

Восьмой семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 0,5 часа в неделю (9 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Технологические основы цифрового производства» по срокам и видам работы отражены в Приложении А. Тематика лабораторных работ приведена в приложении Б.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбора конкретных ситуаций, просмотра видеоматериалов по определённым темам, их последующий анализ и обсуждение и пр.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Наиболее широко эти формы обучения должны использоваться при проведении практических занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% от аудиторных занятий (определяется особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технологические основы цифрового производства»).

В раздел «Самостоятельная работа студентов» включается работа по подготовке к выполнению практических работ, более углублённое изучение материала по рекомендуемой преподавателем литературе, а также выполнение курсового проекта.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущий контроль знаний студентов в процессе изучения дисциплины осуществляется с помощью выполнения заданий на практических занятиях, а также набора экзаменационных билетов, примеры которых приведены в фонде оценочных средств по данной дисциплине (приложении Г). Контрольные вопросы для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины также приведены в приложении Г.

К промежуточной аттестации по дисциплине допускаются студенты выполнившие и защитившие лабораторные работы, предусмотренные программой дисциплины:

- выполнение лабораторных работ и их защита;
- выполнение практического задания с использованием оборудования с ЧПУ и решение задачи экзаменационного билета (примеры заданий и билетов приведены в приложении Г).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления: Учеб, пособие. [Электронный ресурс] / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов – М.: Логос, 2005. - 296 с. — Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/176280> — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/803> — Загл. с экрана.
2. Аверченков, В.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ монография [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. - 3-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2016.-149 с.б. — Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/179316> — Загл. с экрана.

в) методические указания для проведения лабораторных и практических работ:

1. Шibaев О.В., Гневашев А.А. Разработка управляющей программы для фрезерной обработки плоского контура: методические указания к лабораторной работе № 2 ТАП по курсу ТАП / МГТУ «МАМИ». – М., 2010. МУ №2340, 85 экз.
2. Шibaев О.В., Гневашев А.А. Разработка управляющей программы для обработки деталей на токарных станках с ЧПУ: методические указания к лабораторной работе № 1 ТАП по курсу ТАП / МГТУ «МАМИ». – М., 2011. МУ №2341, 85 экз.

3. Анкин А.В., Кузминский Д.Л. и др. Программированная обработка на станках с ЧПУ и САП / МГТУ «МАМИ». – М., 2011. МУ №2385, 25 экз.
4. Анкин А.В., Кузминский Д.Л. и др. Программированная обработка на станках с ЧПУ и САП / МГТУ «МАМИ». – М., 2010. МУ №2244, 25 экз.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» (АВ 1517, АВ1218), оснащены мультимедийными проекторами для показа видеофильмов, слайдов, презентаций, лаборатории кафедры (АВ1104а, АВ2109), оборудованы станками типа обрабатывающий центр, роботами, специально изготовленной технологической оснасткой, оригинальными лабораторными стендами, контрольно-измерительными приборами и КИМ, компьютерной и проектной техникой, специальным программным обеспечением, стендами и наглядными пособиями. Специальная лаборатория (АВ1218) ресурсного центра Heidenhain.

9. Приложения

- А. Структура и содержание дисциплины
- Б. Тематика лабораторных работ
- В. Аннотация рабочей программы дисциплины
- Г. Фонд оценочных средств

3	Программирование с использованием G и M кодов. Структура программы. Линейная и круговая интерполяция. Понятие компенсации размеров инструмента. Особенности G и M кодов для разных типов станков.	8	5-6	4	1	2												
4	Системы числового программного управления Heidenhain на примере фрезерной 3-х осевой обработки. Задание габаритов заготовки и определение нуля программы. Декартовы и полярные координат.	8	7-8	4	1	2												
5	СЧПУ Heidenhain. Обработка наружных и внутренних контуров методом прямого программирования.	8	9-10	4	1	2												
6	СЧПУ Heidenhain. Работа с циклами фрезерования. СЧПУ Heidenhain. Обработка с изменением системы координат.	8	11-12	4	1	2												
7	СЧПУ Heidenhain. Использование SL-циклов для выборки сложных карманов и обработки островов	8	13-14	4	1	2												
8	САМ-система EdgeCAM. Алгоритм работы в САМ системе.	8	15-16	4	1	2												
9	Загрузка инструмента в станок и измерение. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа.	8	17-18	4	1	2												
	Итого:			36	9	18												+

Заведующий кафедрой
«Технологии и оборудование машиностроения»
доцент, к.т.н.

/А.Н. Васильев/

Тематика лабораторных работ
по дисциплине «**Технологические основы цифрового производства**»
Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение
Профиль подготовки
Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки
(бакалавр)
очная форма обучения

8 семестр – 18 часов

Тема: Система ЧПУ Heidenhain – 18 час.

«Прямое программирование фрезерной 3х-осевой обработки» - 3 час.

Оснащение: ПО Heidenhain iTNC530 (Ав1218)

«Циклы фрезерования отверстий, карманов, островов и пазов» - 4 час.

Оснащение: ПО Heidenhain iTNC530 (Ав1218)

«Системы числового программного управления Heidenhain. Преобразование координат» - 3 час. Оснащение: ПО Heidenhain iTNC530 (Ав1218)

«Использование SL-циклов для выборки сложных карманов и обработки островов» - 5 час. Оснащение: ПО Heidenhain iTNC530 (Ав1218)

«СЧПУ Heidenhain. Использование данных САД систем для автоматического задания контура» - 3 час. Оснащение: ПО Heidenhain iTNC530 (Ав1218)

Составитель:

_____доцент, канд. техн. наук И.Н. Зинина

Аннотация
 рабочей программы учебной дисциплины
«Технологические основы цифрового производства»

1. Название, назначение, структура, содержание дисциплины

1	Наименование дисциплины по учебному плану	Технологические основы цифрового производства
2	Программа бакалавриата	15.03.01 Машиностроение
3	Образовательная программа (профиль)	Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки
4	Уровень и форма обучения	Бакалавриат, очная
5	Семестр обучения	8
6	Трудоёмкость по учебному плану (з.е.): Всего зачётных единиц: Всего часов, из них: 1. Аудиторные занятия, в том числе: - лекции (Л) - семинары и практические занятия (П/С) - лабораторные работы (ЛР)	4 144 час 63 час (100%) Л-36 час (23% от аудиторных) П/С – 9 час ЛР – 18 час
7	Виды самостоятельной работы студентов: курсовой проект (КП), курсовая работа (КР), расчётно-графическая работа (РГР), реферат (РФ)	
8	Формы аттестации: экзамен (Э), зачет (З), другие	3
9	Основные разделы дисциплины Автоматизация производства на основе числового программного управления. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ. Технологические возможности токарных, фрезерных, токарно-фрезерных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. Классификация устройств ЧПУ. Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ. Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ. Разработка маршрута обработки детали для оборудования с ЧПУ. Программирование с использованием G и M кодов. Структура программы. Линейная и круговая интерполяция. Понятие компенсации размеров инструмента. Программирование с использованием циклов. Обработка отверстий. Выполнение типовых операций. Особенности G и M кодов для разных типов станков. Системы числового программного управления Heidenhain на примере фрезерной 3-х осевой обработки.	

<p>Задание габаритов заготовки и определение нуля программы. Обработка наружных контуров. Декартовы и полярные координат. Обработка наружных и внутренних контуров.</p> <p>Системы числового программного управления Heidenhain. Обработка циклами – отверстия и карманы. Повтор программы. Использование чертежа для получения координат программы.</p> <p>Настройка станка для выполнения управляющей программы. Установка рабочей системы координат и нахождение нулевых точек. Измерение инструмента и детали.</p>
--

2. Требования к начальной подготовке и результатам освоения дисциплины

1	Требования к уровню подготовки к изучению дисциплины	
1.1	Наличие специальных компетенций	Основы технологии машиностроения», САПР технологических процессов обработки КПЭ, Инженерная и компьютерная графика, Основы проектирования, Теория резания, станки, инструмент
1.2	Должен знать	<ul style="list-style-type: none"> • правила создания эскизов и моделей; • принципы разработки маршрутной и операционной технологии; • особенности различных операций механической обработки.
1.3	Должен уметь	<ul style="list-style-type: none"> • создавать эскизы и модели деталей; • выбирать режущий инструмент и оснастку; • рассчитывать режимы резания.
1.4	Должен владеть	<ul style="list-style-type: none"> • сведениями об устройстве и принципах действия металлорежущего оборудования; • сведениями о различных типах режущего инструмента; • навыками работы в САД-системах.
2	Результаты освоения дисциплины	
2.1	Будут сформированы компетенции в соответствии с ФГОС и учебным планом	ПК-6
2.2	Учащийся приобретёт знания и умения	<ul style="list-style-type: none"> • техническую документацию для изготовления управляющей программы; • контурные и позиционные системы программного управления; • технологические возможности

		<p>токарных, фрезерных, сверлильных, расточных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров;</p> <ul style="list-style-type: none"> • правила выбора нулевой координаты управляющей программы; • виды работ по технологической подготовке обработки заготовок на станках с ЧПУ; • способы и правила программирования оборудования с ЧПУ с использованием программного обеспечения станка, G и M кодов, САМ-систем.
2.3	Учащийся овладеет навыками	<ul style="list-style-type: none"> • разработки УП для оборудования с ЧПУ; • наладки инструмента и оснастки на оборудовании с ЧПУ; • проверки и отладки управляющих программ; • проектирования технологических процессов механической обработки на станках с ЧПУ.

3. Составитель программы: доцент, канд. техн. наук И.Н. Зинина

4. Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения " ____ " _____ 202__ года

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский политехнический университет
Направление подготовки:
15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль):
«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»

Кафедра: Технология и оборудование машиностроения

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Технологические основы цифрового производства

- Состав:**
- 1. Паспорт фонда оценочных средств**
 - 2. Описание оценочных средств:**
 - Контрольные вопросы.**

Составитель: доцент, канд. техн. наук Зинина И.Н.

Москва, 2020 год

Паспорт ФОС

по дисциплине «Технологические основы цифрового производства»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ПК-6	<p>Знания:</p> <p>1. Технической документации для разработки управляющей программы.</p> <p>2. Технологических возможностей токарных, фрезерных, сверлильных, расточных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.</p> <p>3. Последовательности проверки и отладки управляющих программ.</p>	<p>Автоматизация производства на основе числового программного управления. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ.</p> <p>Технологические возможности токарных, фрезерных, токарно-фрезерных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.</p> <p>Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ.</p>	ТЕК, ПА	Лаб. работы	П, КТ	Тест, Практические задания
	<p>Умения:</p> <p>1. Выбирать оснастку, инструмент и режимы механической обработки.</p> <p>2. Программировать оборудование с ЧПУ.</p> <p>3. Выполнять наладку инструмента и оснастки на оборудовании с ЧПУ.</p>	<p>Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ.</p> <p>Программирование с использованием G и M кодов. Структура программы. Линейная и круговая интерполяция.</p> <p>Понятие компенсации размеров инструмента. Особенности G и M кодов для разных типов станков.</p> <p>Системы числового программного управления Heidenhain на примере фрезерной 3-х осевой обработки.</p> <p>Задание габаритов заготовки и определение нуля программы.</p> <p>Декартовы и полярные координат.</p>	ТЕК, ПА	Лаб. работы	П, КТ	Практические задания

		Загрузка инструмента в станок и измерение. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа. Использование измерительной системы для контроля точности обработки.				
	<p>Навыки:</p> <p>1. Способность разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий.</p> <p>2. Разработки маршрутной технологии и операции механической обработки для станков с ЧПУ.</p> <p>3. Программирования оборудования с ЧПУ с использованием программного обеспечения станка, G и M кодов, САМ-систем.</p>	<p>Разработка УП для токарной 2-х осевой обработки.</p> <p>Разработка УП для фрезерной 3-х осевой обработки.</p> <p>Бэкплот и верификация УП в САМ системе. Передача программы на станок. Отработка управляющей программы.</p> <p>Программирование с использованием САМ систем. Алгоритм работы в САМ системе.</p>	ТЕК, ПА	Лаб. работы	П, КТ	Практические задания

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: зачёт (восьмой семестр)

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Обязательным условием подготовки к промежуточной аттестации является выполнение студентом лабораторных и практических работ

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведённым в таблицах показателей, оперирует приобретёнными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведённым в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Контрольные вопросы

для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины
«Технологические основы цифрового производства»

1. Основные и вспомогательные движения, связанные с выполнением технологической операции
2. Технологическая отработка чертежей при обработке на станках с ЧПУ
3. Схемы нанесения размеров на чертеже при обработке на станках с ЧПУ
4. Система координат в станках с ЧПУ в соответствии со стандартом ISO-R840 и их обозначение
5. Позиционная система программного управления
6. Контурная система программного управления
7. Абсолютный способ отсчёта координат
8. Относительный способ отсчёта координат
9. Исходная точка или старт точка
10. «Плавающий ноль»
11. Общие требования к технологичности деталей
12. Технологические возможности токарных станков с ЧПУ
13. Технологические возможности фрезерных станков с ЧПУ
14. Технологические возможности сверлильных станков с ЧПУ
15. Технологические возможности расточных станков с ЧПУ
16. Технологические возможности обрабатывающих центров
17. Задачи позиционной системы программного управления
18. Задачи контурной системы программного управления
19. Разделение черновой области на уровни (на примере обработки ступенчатого валика)
20. Технологическая операция на станке с ЧПУ (Определение)
21. Технологическая документация для изготовления управляющей программы
22. Схемы типовых переходов при обработке на станках с ЧПУ
23. Зоны токарной обработки
24. Операционно-технологическая карта
25. Смена инструмента на станках с ЧПУ
26. Экономическая эффективность применения станков с ЧПУ
27. Последовательность обработки на станках с ЧПУ
28. Задачи, решаемые при проектировании токарной операции на токарном станке с ЧПУ
29. Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ.
30. Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ.
31. Программирование с использованием G и M кодов. Структура программы.
32. Линейная и круговая интерполяция.
33. Понятие компенсации размеров инструмента.
34. Системы числового программного управления Heidenhain на примере фрезерной 3-х осевой обработки.

35. Задание габаритов заготовки и определение нуля программы.
36. Декартовы и полярные координаты.
37. Способы обработки наружных и внутренних контуров.
38. Работа с циклами фрезерования в СЧПУ Heidenhain.
39. Обработка групп элементов от одной нулевой точки.
40. Использование SL-циклов для выборки сложных карманов и обработки островов
41. Преобразование координат для обработки повторяющихся элементов.
42. Использование данных САД систем для автоматического задания контура.
43. Передача программы на станок. Отработка управляющей программы
44. Загрузка инструмента в станок и измерение.
45. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа.
46. Использование измерительной системы для контроля точности обработки
47. Особенности изготовления деталей на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах

Зачетные задания

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Технологические основы цифрового производства».

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «незачтено». Критерии оценивания описаны в паспорте ФОС.

2. Студент допускается к промежуточной аттестации по дисциплине (экзамену) при условии выполнения лабораторных и практических работ и их защиты, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

3. На первом занятии по дисциплине студенты обязательно информируются о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках её проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

4. В задании на зачет присутствует два раздела:

Задание 1. Контрольный вопрос на знание теоретической части дисциплины;

Задание 2. Задание на проверку умений и навыков программирования на программной станции Heidenhain iTNC530.

5. Регламент зачета:

- Время на подготовку теоретической части – до 30 мин;
- Время на задание по программированию – до 60 мин.

Способ контроля:

- Задание 1 – устно или письменно (на усмотрение студента);
- Задание 2 – (письменно) отработанная УП на программной станции;