

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 17 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Расчёт, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – получение студентами знаний о применяемых кинематических схемах оборудования с компьютерным управлением, формирование умений и навыков совместного анализа конструкции современного технологического оборудования, систем и процессов управления им, включая разработку проектов верификации процессов изготовления деталей на этапах технологической подготовки производства с применением виртуальных моделей станков и обрабатывающих центров.

Задачи дисциплины:

- изучение принципов и методов разработки проектов верификации изготовления деталей на оборудовании с компьютерным управлением с использованием современных инструментальных средств;
- изучение классификации и кинематических схем оборудования с компьютерным управлением и видов современного компьютерного управления;
- формирование умений моделирования производственного оборудования и систем управления;
- овладение навыками проверки управляющих программ на предмет столкновений элементов оборудования, качества обработки поверхностей деталей до начала их изготовления на станках, оптимизации траекторий инструментов и режимов резания с применением современных инструментальных средств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- классификация и кинематические схемы оборудования с компьютерным управлением, виды современного компьютерного управления;
- структура проекта верификации управляющих программ на оборудовании с компьютерным управлением;
- инструменты подготовки технологической документации для изготовления деталей;
- инструменты расчета эффективности применяемого оборудования и технологической оснастки;
- способы анализа эффективности и оптимизации управляющих программ в процессе верификации;
- создание и настройка шаблонов проектов верификации с использованием спроектированных в САД-системах моделей оборудования;
- использование готовых библиотек оборудования с компьютерным управлением при создании новых шаблонов проектов;
- постпроцессирование в системах верификации;
- способы отладки проектов;
- анализ результатов обработки в созданных проектах;
- инструменты разработчика проекта для автоматизации процесса верификации.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ПК-1.1 | ИД-1ПК-1.1 | Способность применять методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества, автоматизированные системы производства машиностроительных изделий и управления жизненным циклом продукции в машиностроении | Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества, автоматизированные системы производства машиностроительных изделий и управления жизненным циклом продукции в машиностроении, отечественный и зарубежный опыт, организационные, технические и экономические процессы функционирования современного машиностроительного производства, методы проектирования производства и конструкций машиностроительных изделий | Контрольная работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ПК-1.1 | ИД-2ПК-1.1 | Способность использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии машиностроения, использовать современные программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач | Умеет использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии машиностроения, использовать современные программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач, выявлять преимущества и недостатки в содержании и организации этапов жизненного цикла машиностроительной продукции, разрабатывать и оценивать предложения по их совершенствованию, производить оценку конкурентоспособности и анализ коммерческого потенциала выпускаемой продукции, действующих и новых технологий | Контрольная работа |
| ПК-1.1 | ИД-3ПК-1.1 | Способность анализировать научно-техническую информацию по теме исследований и разработок, обобщать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, проводить оценку эффективности процесса изготовления продукции | Владеет навыками сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции | Отчёт по практическом у занятию |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | | машиностроения | машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов, анализа взаимосвязей стадий жизненного цикла продукции машиностроения, оценки эффективности процесса изготовления продукции машиностроения, оптимизации технических и технологических процессов изготовления продукции машиностроения, разработки мероприятий по своевременному устранению недостатков содержания и организации всех этапов жизненного цикла продукции машиностроения | |
| ПК-3.1 | ИД-1ПК-3.1 | Способность применять методы проектирования, достигать технических характеристик и экономических показателей лучших отечественных и зарубежных образцов технологической оснастки и специального инструмента, аналогичных проектируемым | Знает принципы организации и планирования конструкторских работ, методы проектирования, технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов технологической оснастки и специального инструмента, аналогичных проектируемым | Контрольная работа |
| ПК-3.1 | ИД-2ПК-3.1 | Способность производить анализ технико-экономических показателей, производить функциональный анализ конструктивных элементов проектируемой по профилю подразделения технологической оснастки и специального инструмента, применять методов проектирования технологической оснастки и специального | Умеет производить анализ технико-экономических показателей, производить функциональный анализ конструктивных элементов проектируемой по профилю подразделения технологической оснастки и специального инструмента, применять методов проектирования технологической оснастки и специального инструмента, включая | Контрольная работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | | инструмента, включая освоение программных пакетов | освоение программных пакетов | |
| ПК-3.1 | ИД-3ПК-3.1 | Способность анализировать технико-экономических показатели, применять передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования технологической оснастки, разрабатывать предложения по проведению исследований | Владеет навыками анализа технико-экономических показателей, применения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования технологической оснастки, опытом разработки предложений по проведению исследований, реализации опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на повышение качественных характеристик технологической оснастки и специального инструмента, совершенствование методик и сокращение сроков проектирования | Отчёт по практическом у занятию |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 1 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 56 | 56 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 16 | 16 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 36 | 36 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 52 | 52 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | 36 | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1-й семестр | | | | |
| Описание программного обеспечения | 3 | 0 | 6 | 4 |
| Тема 1. Модульный состав программного обеспечения. Знакомство с интерфейсом. Опции главного меню. Дерево проекта. Атрибуты компонентов и моделей. Подготовка проекта верификации с одним и множеством технологических установов. Анализ результатов проверки управляющих программ. Инструменты анализа | | | | |
| Управление библиотекой используемого инструмента, оптимизация траектории инструмента и режимов резания | 3 | 0 | 4 | 7 |
| Тема 2. Управление библиотекой используемого инструмента. Виды инструментов, их основные атрибуты и параметры. Тема 3. Оптимизация траектории инструмента и режимов резания. Расчет полученной экономии изготовления деталей и работы цеха. Инструментарий анализа эффективности траектории инструмента | | | | |
| Создание оборудования с компьютерным управлением для проектов верификации | 4 | 0 | 18 | 24 |
| Тема 4. Введение в построение станков. Виды Деталь и Станок. Библиотеки станков и систем управления, поставляемые с программным обеспечением. Кинематика станков. Ком-поненты станочного оборудования. Определение нулевой точки станка. Моделирование станков. Детализация станков. Построение пяти-осевого фрезерного станка. Построение то-карного станка. Построение револьверной головы токарного станка. Тема 5. Основы построения систем управления. Группы Слово/Адрес, их отработка, ус-ловия и события. Подпрограммы. Применение условий групп Слово/Адрес для определения условий отображения ошибок. Конфигурация шпинделя. Настройки системы управления. Ручной ввод данных. Тема 6. Развернутое построение станков. Системы синхронизации станка. Цепной магазин. Присоединяющаяся фрезерная голова. Установка дополнительных данных G-кода. Инструменты отладки станков и систем управления. Управление файлами. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Встроенные инструменты моделирования | 2 | 0 | 4 | 5 |
| Тема 7. Инструменты построения элементов оборудования непосредственно в системе верификации. | | | | |
| Алгоритмическое и программное обеспечение оборудования | 4 | 0 | 4 | 12 |
| Тема 8. Постпроцессирование и ре-постпроцессирование. Тема 9. Применение измерительных циклов на оборудовании. Тема 10. Блокнот пользователя. Инструменты автоматизации работ. Тема 11. Сечения. Сохраненные виды. Документация проекта верификации | | | | |
| ИТОГО по 1-му семестру | 16 | 0 | 36 | 52 |
| ИТОГО по дисциплине | 16 | 0 | 36 | 52 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Мониторинг моделирования. Поиск и обнаружение ошибок. Измерение элементов с помощью инструментов анализа. Сравнение обработанных элементов с моделью детали. |
| 2 | Создание систем координат. Определение начала системы координат программы ЧПУ |
| 3 | Переход заготовки между установками. Создание шаблона проекта. Использование режима ручного ввода данных для проверки установки детали. |
| 4 | Создание библиотеки инструментов фрезерных и токарных резцов. Расчет минимального вылета резца. Сборка инструментов на револьверной головке |
| 5 | Определение параметров оптимизации. Определение параметров оптимизации в интерактивном режиме |
| 6 | Построение кинематических моделей 3-х и 4-х осевых фрезерных станков |
| 7 | Построение кинематических моделей 5-ти осевых фрезерных станков |
| 8 | Построение токарного станка. Создание конфигурации 3-х осевого токарного станка |
| 9 | Настройка параметров столкновений станка и пределов перемещений |
| 10 | Настройка конфигурации системы управления |
| 11 | Настройка конфигурации станка с несколькими шпинделями |
| 12 | Пользовательская настройка файла управляющей программы для вывода сообщения об ошибке при движении зажатой оси. Настройка осей вращения |
| 13 | Обработка подпрограмм. Определение подвижных приспособлений. Добавление задней бабки на токарном станке. Конфигурация файла станка с карусельным инструментом. Создание подпрограммы смены паллет |
| 14 | Установка и использование основных средств отладки |

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | Использование стандартных опций моделирования элементов оборудования |
| 16 | Моделирование элементов оснастки |
| 17 | Создание постпроцессора для 5-ти осевого фрезерного станка |
| 18 | Создание программы измерений |
| 19 | Настройка блокнота пользователя. Запуск проектов в автоматическом режиме |
| 20 | Создание документации установка. Создание отчетов. Создание документации последовательности измерений |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| | | |

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Жолобов А. А. Технология автоматизированного производства : учебник для вузов / А. А. Жолобов. - Минск: Дизайн ПРО, 2000. | 15 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Ловыгин А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система / А.А. Ловыгин, А.В. Васильев, С.Ю. Кривцов. - М.: Маска, 2008. | 5 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дополнительная литература | Информационно-аналитический журнал CAD/CAM/CAE Observer | http://www.cad-cam-cae.ru/ | сеть Интернет; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Операционные системы | MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--------------|---------------------------------|
| | |

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лекция | Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием | 1 |
| Практическое занятие | Обрабатывающие центры и станки с ЧПУ | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|