

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Разработка конструкций и технологий в Siemens NX
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - изучение методов разработки конструкций машиностроительных изделий и технологических процессов механической обработки деталей на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), основанных на виртуальном моделировании процессов их функционирования и изготовления, формирование умений и навыков эффективного использования CAD-CAM модулей системы NX при решении профессиональных задач в области конструкторско-технической подготовки производства.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы построения трехмерных моделей деталей и сборок с использованием CAD модуля системы NX;
- методы автоматизации разработки конструкторской и технологической документации на основе электронных прототипов изделия;
- методы виртуального моделирования процессов функционирования оборудования;
- методы виртуального моделирования операций обработки поверхностей деталей на станках с ЧПУ;
- методы подготовки управляющих программ для обработки деталей на станках с ЧПУ с использованием виртуальных моделей процессов обработки;
- программные продукты автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства.

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
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает основные модули системы Siemens NX для конструирования и моделирования обработки, их назначение, возможности и ограничения применения в профессиональной деятельности	Знает состав и назначение стандартных программных средств, применяемых для решения задач профессиональной деятельности, современные информационные технологии, используемые для обеспечения функционирования машиностроительных предприятий	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет осуществлять разработку технологических процессов механической обработки и сборки деталей и узлов машиностроительных изделий в интерактивном и автоматизированном режиме с применением прикладных модулей системы Siemens NX	Умеет использовать прикладное программное обеспечение и современные информационные технологии при проектировании технологии производства изделий	Отчёт по практическому занятию
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет навыком осуществления конструкторских и технологических разработок на основе применения модулей системы Siemens NX	Владеет навыками применения стандартных программных средств для решения задач профессиональной деятельности	Индивидуальное задание
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает возможности и алгоритмы использования модулей "Обработка", "Встроенная симуляция и проверка" и "Генератор модели станка" при геометрическом моделировании и верификации технологических процессов механической обработки на оборудовании с ЧПУ	Знает основные информационные технологии и программные средства, используемые для моделирования технологических процессов	Реферат
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет создавать и использовать для оценки безопасности и эффективности разрабатываемых технологических процессов интерактивные геометрические модели функционирования мех.обработывающего оборудования с ЧПУ.	Умеет использовать программные средства для моделирования технологических процессов	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет навыком построения, настройки и верификации моделей процессов обработки деталей на оборудовании с ЧПУ в САМ-модулях Siemens NX	Владеет навыками использования программных средств для моделирования технологических процессов	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает современные высокоавтоматизированные методы генерации технологических процессов механической и электроэрозионной обработки деталей на оборудовании с ЧПУ, специфику проектирования синхронной токарно-фрезерной обработки с поворотом оси инструмента	Знает современные системы и методы проектирования технологических процессов, основное технологическое оборудование с ЧПУ и принципы его работы, функциональные возможности и принципы работы станков с ЧПУ, специфику проектирования технологических процессов изготовления сложных деталей на оборудовании с ЧПУ	Контрольная работа
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет рационально использовать инструменты САМ-модулей Siemens NX при разработке операций токарно-фрезерной обработки деталей с изменением направления инструмента, выполнять автоматизированное назначение параметров режима обработки на основе баз данных обрабатываемости распространенных металлических материалов	Умеет разрабатывать, применяя компьютерные средства автоматизации проектирования, прогрессивные технологические процессы изготовления сложных деталей, выбирать технологическую оснастку, определять рациональные режимы, обеспечивающие производство конкурентоспособной продукции, анализировать и отрабатывать изделия на технологичность	Отчёт по практическом у занятию
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыком разработки траекторий и параметров технологических переходов механической обработки деталей, автоматизированной генерации операционных эскизов, карт комплектования и наладки инструмента, вычисления трудоемкости основных операций на основе баз данных режущих инструментов и режимов резания	Владеет навыками разработки маршрута обработки заготовок, определения последовательности обработки поверхностей заготовки, составления операционных эскизов, схем установки и закрепления заготовок, назначения технологических переходов и выбора соответствующих им режущих инструментов, назначения припусков и определения режимов	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			обработки, оформления технологической документации	
ПКО-3	ИД-1ПКО-3	Знает методы моделирования и расчета узлов и элементов технологического оборудования, оснастки и инструмента в процессе конструирования на основе использования CAD-модулей Siemens NX	Знает принципы действия и технико-экономические характеристики оборудования, машин, технологических линий, методы определения основных технико-экономических показателей по аналогам, методы проектирования технологической оснастки и специального инструмента, методы моделирования и расчета систем и элементов оборудования машиностроительных производств	Дифференцированный зачет
ПКО-3	ИД-2ПКО-3	Умеет рационально и эффективно использовать средства автоматизации проектирования в CAD-модулях системы Siemens NX в процессе конструкторской проработки и детализации проектов технологического оборудования, оснастки, инструмента.	Умеет выбирать технические данные для обоснованного принятия решений, по проектированию машин и технологического оборудования, определять рациональные режимы работы технологического оборудования, применять в работе средства автоматизации проектирования, выполнять технические расчеты и расчеты экономической эффективности разрабатываемой технологической оснастки и специального инструмента	Отчёт по практическому занятию
ПКО-3	ИД-3ПКО-3	Владеет навыком разработки электронных моделей и макетов технологического оборудования, оснастки, инструмента при выполнении конструкторских работ на стадиях технического и рабочего проекта с	Владеет навыками разработки сложных технических и рабочих проектов технологической оснастки и специального инструмента, проведения технических расчетов и расчетов экономической эффективности разрабатываемых	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		применением автоматизированных средств и методов в CAD-модулях системы Siemens NX	конструкций, совершенствования, унификации и типизации конструируемой технологической оснастки и специального инструмента	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	70	70	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	26	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	40	40	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	110	110	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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
8-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в работу с прикладным программным комплексом Siemens NX	2	0	2	8
История создания и развития средств автоматизации подготовки и оценки проектной, рабочей и эксплуатационной документации. Алгоритмы применения вычислительной техники в проектной деятельности инженера. Основные функции и ограничения систем автоматизированной подготовки документации. Компоненты виртуальной инженерии при проектировании. Виртуальное проектирование. Программное и аппаратное обеспечение проектирования в виртуальной среде. Коллективные разработки. Интегрированная информационная среда и PDM-системы, особенности внедрения. Виртуальное прототипирование. Примеры использования виртуальных прототипов и средств проектирования при разработке новых изделий машиностроения. История развития и становления САПР высокого уровня. Описание модульной структуры и решаемых задач программного комплекса NX. Концепция «мастер-модели» для управления представлениями модели в различных модулях. Классификация геометрических объектов в CAD.				
Методы конструирования в виртуальной среде Siemens NX	4	0	8	22
Моделирование детали в контексте сборки "сверху-вниз". Функции просмотра, создания и редактирования сборок. Определение «отображаемой» и «рабочей» детали. Ссылочные наборы и интерфейсы деталей. Фильтры выбора при моделировании в контексте сборки. Построение и автоматическое редактирование детали в контексте сборки. Редактор геометрических связей WAVE и типы геометрических объектов, доступные для копирования. Этапы разработки проектов с использованием метода "сверху-вниз". Определение управляющих параметров элементов геометрии. Задание управляющих параметров с помощью уравнений, логических выражений и ссылок между деталями. Автоматизация конструирования с использованием библиотек стандартных компонентов. Моделирование пространственных кривых Основные функции построения пространственных кривых. Пространственные прямые и дуги. Кривые по кривым и телам: проецирование, пересечение. Кривая по закону, виды законов для определения параметров кривой. Функции построения спирали.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Функции построения сплайнов.</p> <p>Моделирование поверхностей</p> <p>Особенности поверхностного моделирования, определение нормали к по-верхности нулевой толщины. Построение поверхностей путем сопряжения кривых, функции "составная поверхность" и "заметание". Условия сопряжения поверхностей на границе. Построение поверхностей на основе твердых тел, функции "копирование", "удлинение", "обрезка" и смещение".</p>				
Инструменты работы с ассоциативными и внешними конструкторскими данными в Siemens NX	6	0	6	20
<p>Различия методов параметрического и прямого моделирования. Инструменты прямого моделирования без учета истории проектирования.</p> <p>Перемещение и повороты граней. Удаление, создание и копирование граней. Задание отношений между поверхностями и управляющих размеров.</p> <p>Использование синхронного моделирования для редактирования импортированной геометрии.</p> <p>Таблицы семейств и библиотеки повторного использования</p> <p>Определение параметров модели детали или сборки для построения таблицы семейств. Формирование таблицы типоразмеров и вариантов исполнения.</p> <p>Использование деталей семейства для построения сборок. Создание и редактирование библиотек повторного использования. Порядок действий по включению в модель элементов из библиотеки повторного использования.</p> <p>Методы обмена данными между САПР.</p> <p>Понятие геометрического ядра и интерфейсной оболочки САПР. Способы представления данных в САПР. Сравнение методов обмена данными между системами (прямая конвертация и генерация нейтральных файлов). Виды нейтральных файлов для передачи чертежей (dxf), трехмерной геометрии (iges) и информации, необходимой на разных стадиях жизненного цикла (step). Типичные ошибки при конвертации геометрической информации.</p>				
Автоматизация подготовки конструкторской документации в Siemens NX	4	0	6	12
<p>Автоматизация выполнения чертежей</p> <p>Вывод основных и проекционных чертежных видов на основе трехмерной модели. Построение видов сечений и местных видов. Задание размеров, технических требований и примечаний.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Построение кривых в чертеже. Отображение в чертеже изменений, внесенных в модель. Создание текстовых блоков и таблиц.</p> <p>Автоматизация задания технических условий и трехмерное аннотирование (PMI)</p> <p>Стандарты, регламентирующие электронные конструкторские документы. Требования к электронным моделям изделий. Виды трехмерных аннотаций. Простановка размеров и аннотаций на поверхности и сечении трехмерной модели.</p> <p>Позиционирование аннотаций и связанная геометрия.</p> <p>Наследование размеров и аннотаций из трехмерной модели в чертеж. Фильтры для поиска аннотаций.</p>				
Введение в работу с прикладными программными средствами автоматизированной технологической подготовки производства	2	0	4	4
<p>Основные этапы разработки управляющих программ для станков с ЧПУ в NX Manufacturing</p> <p>Запуск системы. Создание нового проекта. Анализ исходных данных. Основные структурные элементы модели процесса обработки детали на станке с ЧПУ в NX. Работа с навигатором операций NX (вид геометрии, вид инструмента, вид программ). Виды инструмента и библиотеки инструмента. Настройки режима резания. Расчет скорости и подачи резания с учетом свойств материала заготовки и геометрии инструмента. Команды управления станком с ЧПУ, задаваемые пользователем (подача СОЖ, зажим/разжим приспособлений и др). Опции визуализации выполнения операций в NX.</p> <p>Постпроцессирование. Взаимодействие с другими модулями прикладного программного комплекса NX.</p> <p>Инструменты подготовки геометрических моделей к моделированию обработки</p> <p>Анализ геометрии модели детали или импортированного твердого тела. Основные команды подготовки геометрических моделей: синхронное моделирование. Задание станочной системы координат и локальной системы координат детали в зависимости от типа выполняемой операции.</p> <p>Способы задания геометрии заготовки. Определение поверхности безопасного маневрирования.</p> <p>Использование моделей приспособлений для установки и закрепления деталей.</p>				
Автоматизированное проектирование технологических процессов фрезерной обработки и обработки отверстий	4	0	8	22

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Моделирование процессов 2,5-осевой фрезерной обработки на основе плоских граней</p> <p>Задание локальной системы координат операции фрезерной обработки. Операции фрезерной обработки граней с учетом заготовки. Заготовка в процессе обработки и ее использование для обработки призматических деталей. Настройка параметров резания и вспомогательных перемещений при обработке плоских граней. Шаблоны резания и уровни резания. Обработка поднутрений.</p> <p>Моделирование процессов 2,5-осевой фрезерной обработки на основе контуров и границ.</p> <p>Особенности геометрии контуров для моделирования 2,5-осевой фрезерной обработки (границы детали, границы заготовки). Использование ребер тела в качестве границ. Операции фрезерной обработки с использованием контуров и границ тела. Настройка начальных точек и вспомогательных движений при обработке контуров. Уровни резания. Коррекция радиуса инструмента при обработке контура.</p> <p>Моделирование процессов обработки отверстий</p> <p>Определение геометрии отверстий в модели для обработки. Операции про-стого и глубокого сверления, растачивание, развертывание. Операции формирования резьбы в отверстиях. Использование стандартных циклов обработки отверстий.</p> <p>Фрезерование гладких отверстий, отверстий с фасками и резьбовых отверстий, винтовой шаблон резания.</p> <p>Моделирование процессов фрезерной обработки с криволинейной геометрией детали по уровням.</p> <p>Черновая фрезерная обработка с удалением основного объема материала на основе геометрии модели заготовки. Получистовые фрезерные операции зачистки контура, углов и поверхности детали. Шаблоны фрезерной выборки слоя материала. Настройка уровней, диапазонов и глубины резания. Учет геометрии держателя инструмента при глубинном фрезеровании.</p> <p>Моделирование процессов трехосевой фрезерной обработки с учетом геометрии поверхности модели</p> <p>Определение точки контакта инструмента при обработке криволинейной геометрии. Операции трехосевой обработки поверхностей сложной формы.</p> <p>Управляющая геометрия и методы ее задания (область обработки, линии/точки, граница, спираль, вдоль потока, радиальное резания). Сглаживание проходов. Выделение наклонных и ненаклонных участков обрабатываемой</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
поверхности. Специальные функции моделирования высокоскоростной фрезерной обработки История возникновения и характерные особенности высокоскоростной обработки (ВСО). Основные возможности NX manufacturing для моделирования ВСО (сглаживание переходов в траектории, спиральные шаблоны врезания и обработки отверстий, переходы между уровнями резания, трохоидальный и плунжерный шаблоны обработки, задание режимов резания).				
Автоматизированное проектирование технологических процессов токарной и токарно-фрезерной обработки	4	0	6	22
Моделирование основных операций токарной обработки Извлечение токарного профиля из 3D моделей детали и заготовки. Система координат токарной обработки. Определение геометрии маневрирования. Особенности задания токарного инструмента, выбор режущей кромки. Методы автоматизированного расчета режимов резания при точении. Операции наружного и внутреннего чернового и профильного точения, обработки канавок, нарезания резьбы и обработки отверстий на токарном станке. Связи между основными элементами модели обработки в NX при проектировании технологических процессов токарно-фрезерной обработки на обрабатывающих центра с ЧПУ. Последовательность задания геометрических элементов модели токарно-фрезерной обработки детали относительно станочной системы координат. Группирование операций по типам обработки.				
ИТОГО по 8-му семестру	26	0	40	110
ИТОГО по дисциплине	26	0	40	110

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Создание сборки узла и построение детали «Шатун» в контексте сборки
2	Прямое редактирование детали «Ступенчатый вал» с использованием команд синхронного моделирования
3	Моделирование корпуса с использованием команд построения поверхности
4	Создание таблицы семейств деталей типа «винт». Создание и использование библиотеки повторного использования крепежных элементов

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Простановка трехмерных аннотаций в детали «Коленчатый вал»
6	Создание STL-файлов на основе САД моделей и управление точностью представления геометрии.
7	Исследование столкновений элементов конструкции двигателя в процессе работы и сборки путем моделирования в виртуальной среде.
8	Разработка комплекта рабочей документации для литейной формы на основе ранее построенной трехмерной модели в автоматизированном режиме
9	Моделирование фрезерной обработки плоских поверхностей детали "Корпус"
10	Моделирование обработки отверстий в детали "Опора" с помощью стандартных циклов
11	Создание в автоматическом режиме основных переходов фрезерной обработки детали "Планка"
12	Моделирование операций черновой и получистовой фрезерной обработки рабочих поверхностей детали «Матрица»
13	Моделирование фрезерной обработки криволинейных рабочих поверхностей детали "Пуансон"
14	Моделирование токарной обработки детали "Вал"
15	Моделирование токарно-фрезерной обработки детали "Распределитель"

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

На практических занятиях студенты под руководством преподавателя приобретают умения выполнять моделирование деталей и сборок, конструирование в автоматизированном режиме, подготовку конструкторской документации, моделирование различных уровней процессов обработки деталей на станках с ЧПУ и обоснованно выбирать методы обработки, параметры процесса обработки и средства для их реализации. Взаимодействие преподавателя и студентов организуется в форме диалога. Студенты при этом являются активными участниками занятия и при наличии необходимых способностей могут осваивать материал самостоятельно. Данный вид занятий является тренингом, в котором основное внимание уделяется практической отработке изучаемого материала, когда в процессе решения прикладных задач с использованием САПР высокого уровня обучающиеся имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, сформировать свое отношение к собственному опыту и применяемым подходам.

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

В целом, самостоятельная работа заключается в углублённой проработке литературных источников и освоении умений самостоятельно составлять комплексные модели обработки деталей на станках с ЧПУ.

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
1. Основная литература		
1	Звонцов И. Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ : учебное пособие / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	2
2	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов / А. В. Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	1
3	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	25
4	Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах : учебное пособие для вузов / В. П. Большаков [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2018.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск Москва: Новое знание, ИНФРА-М, 2012.	3
2	Анализ, синтез и производство технических систем : учебник для вузов / П. Н. Учайев [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.	2
3	Кудрявцев Е. М. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. - Москва: Академия, 2013.	4
4	Нартя В. И. Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении : монография / В. И. Нартя. - Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.	2
5	Основы построения САПР ТП в многономенклатурном машиностроительном производстве : учебник для вузов / Г. Б. Бурдо [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2013.	3
6	Т. 1 / А.Ю. Албагачиев [и др.]. - Москва: , Издат. дом Спектр, 2013. - (Моделирование технологических процессов механической обработки и сборки : монография; Т. 1).	1
7	Т. 2 / А. А. Бондарев [и др.]. - Москва: , Издат. дом Спектр, 2014. - (Моделирование технологических процессов механической обработки и сборки : монография; Т. 2).	1
2.2. Периодические издания		
1	САПР и графика : журнал / Компьютер Пресс. - Москва: Компьютер Пресс, 1996 - .	
2	Технология машиностроения : обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал / Технология машиностроения; Министерство промышленности и торговли Российской Федерации; Министерство образования и науки Российской Федерации; Российская инженерная академия; Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения. - Москва: Технология машиностроения, 2000 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Единая система конструкторской документации : сборник государственные стандарты. - Москва: Изд-во стандартов, 2004.	1
2	Единая система технологической документации : справочное пособие / Е. А. Лобода [и др.]. - Москва: Изд-во стандартов, 1992.	10

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	Автоматизированная конструкторско-технологическая подготовка в машиностроении. Часть 1. Автоматизированная конструкторская подготовка	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks80507	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Геометрическое моделирование комплекса штамповки, чистового и обрезного штампа для лопатки компрессора высокого давления газотурбинной? установки в Siemens NX	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks90475	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Основы моделирования машиностроительных изделий? в автоматизированной? системе «Siemens NX 10»	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks54133	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Часть II	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks69941	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Система NX. Фрезерование	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks61403	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
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
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	1
Лекция	Электронный проектор "NEC M300X"	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Разработка конструкций и технологий в Siemens NX»
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Цифровые технологии проектирования и
производства

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Инновационные технологии машиностроения

Форма обучения: Очная

Курс: 4

Семестр: 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачёт: 8 семестр

Пермь 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям, выполнении индивидуальных заданий и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				Итоговый Дифференцированный зачёт
	Текущий	Рубежный		ИЗ	
	ТО	ОПЗ	Т/КР		
Усвоенные знания					
3.1 знать основные модули системы Siemens NX для конструирования и моделирования обработки, их назначение, возможности и ограничения применения в профессиональной деятельности	ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать возможности и алгоритмы использования модулей "Обработка", "Встроенная симуляция и проверка" и "Генератор модели станка" при геометрическом моделировании и верификации технологических процессов механической обработки на оборудовании с ЧПУ	ТО2		КР2		ТВ
3.3. знать современные высокоавтоматизированные методы генерации технологических процессов механической и электроэрозионной обработки деталей на оборудовании с ЧПУ, специфику проектирования синхронной токарно-фрезерной обработки с поворотом оси инструмента	ТО3		КР2		ТВ
3.4. знать методы моделирования и расчета узлов и элементов технологического оборудования, оснастки и инструмента в процессе конструирования на основе использования CAD-модулей Siemens NX	ТО4		КР21		ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	ТО	ОПЗ	Т/КР	ИЗ	Дифференцированный зачёт
Освоенные умения					
У.1 уметь осуществлять разработку технологических процессов механической обработки и сборки деталей и узлов машиностроительных изделий в интерактивном и автоматизированном режиме с применением прикладных модулей системы Siemens NX		ОП33, ОП34			ПЗ
У.2 уметь создавать и использовать для оценки безопасности и эффективности разрабатываемых технологических процессов интерактивные геометрические модели функционирования мех.обработывающего оборудования с ЧПУ		ОП36			ПЗ
У.3. уметь рационально использовать инструменты САМ-модулей Siemens NX при разработке операций токарно-фрезерной обработки деталей с изменением направления инструмента, выполнять автоматизированное назначение параметров режима обработки на основе баз данных обрабатываемости распространенных металлических материалов		ОП35			ПЗ
У.4. уметь рационально и эффективно использовать средства автоматизации проектирования в САД-модулях системы Siemens NX в процессе конструкторской проработки и детализации проектов технологического оборудования, оснастки, инструмента		ОП31, ОП32			
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками осуществления конструкторских и технологических разработок на основе применения модулей системы Siemens NX				ИЗ1	КЗ
В.2 владеть навыками построения, настройки и верификации моделей процессов обработки деталей на оборудовании с ЧПУ в САМ-модулях Siemens NX				ИЗ2	КЗ
В.3 владеть навыками разработки траекторий и параметров технологических переходов механической обработки деталей, автоматизированной генерации операционных эскизов, карт комплектования и наладки инструмента, вычисления трудоемкости основных операций на основе баз данных режущих инструментов и режимов резания				ИЗ2	КЗ
В.4 владеть навыками разработки электронных моделей и макетов технологического оборудования, оснастки, инструмента при выполнении конструкторских работ на стадиях технического и рабочего проекта с применением автоматизированных средств и методов в САД-модулях системы Siemens NX				ИЗ1	КЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ИЗ – индивидуальное (комплексное) задание, ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим занятиям, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям, выполнения индивидуальных заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 15 практических занятий и подготовка 6 отчетов.

Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Разработка конструкций машиностроительных изделий в Siemens NX», вторая КР – по модулю 2 «Разработка технологических операций механической обработки и сборки в Siemens NX».

Типовые задания первой КР:

1. Перечислить основные требования ЕСКД к электронным моделям сборочных единиц.
2. Описать последовательность настройки интерфейса детали.
3. Перечислить приемы синхронного моделирования для редактирования импортированной модели.
4. Описать последовательность создания семейства деталей на основе данных из ГОСТ.
5. Выполнить анализ трехмерных аннотаций в модели, найти аннотации в соответствии с заданными условиями (значение не более 100 мм, допустимое отклонение $\pm 0,1$ мм, допуски биения).

Типовые задания второй КР:

1. Выбрать инструмент, шаблон и параметры перехода для фрезерования плоской поверхности в детали, сгенерировать траекторию.
 2. Выбрать инструмент, шаблон и параметры перехода для черновой выборки матрицы пресс-формы, сгенерировать траекторию.
 3. Выполнить распознавание обрабатываемых элементов и назначить для них переходы обработки из базы знаний.
 4. Выбрать инструмент, шаблон и параметры перехода для точения наружной профильной поверхности детали, сгенерировать траекторию.
 5. Выбрать инструмент, шаблон и параметры перехода для фрезерования пазов при токарно-фрезерной обработке, сгенерировать траекторию.
- Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Всего запланировано 2 комплексных индивидуальных задания. Типовые темы индивидуальных заданий:

1. Выполнить компоновочный эскиз и электронную модель сборочной единицы «Захват манипулятора робота» с указанием трехмерных аннотаций.
2. Разработать и верифицировать технологическую операцию токарно-фрезерной обработки детали типа «Штуцер».

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Опишите структуру и порядок создания параметрических моделей узлов и деталей.
2. Дайте определение методу синхронного моделирования, перечислите его отличительные черты от методов параметрического и прямого моделирования.
3. Опишите порядок действий при создании моделей деталей в контексте узла по методу «сверху-вниз».
4. Перечислите операции обработки отверстий в NX.
5. Опишите порядок действий при выполнении верификации сгенерированной траектории инструмента.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Выполните модель детали в контексте заданной геометрии сборочной единицы.
2. Выполните анализ геометрических свойств сложнопрофильной детали, предложите необходимые доработки
3. Проставьте трехмерные аннотации в модели детали в соответствии с чертежом.

4. Настройте магазин инструментов для обработки детали на основе ее анализа «Помощником ЧПУ».

5. Спланируйте последовательность обработки детали с несколькими установками и настройте геометрические группы.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Выполните компоновочный эскиз производственной линии.

2. Выполните анализ столкновений в модели сборочной единицы и внесите необходимые изменения в конструкции деталей.

3. Смоделируйте и верифицируйте траектории для обработки призматической детали «Планка».

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.