

УОП

31

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра «Инновационные технологии машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.



[Signature]
Н.В. Лобов
2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

Специализация программы специалитета

Проектирование ракетных двигателей
твердого топлива

Квалификация выпускника:

инженер

Выпускающая кафедра:

Ракетно-космическая техника и
энергетические системы

Форма обучения:

очная

Курс: 5

Семестр(ы): 10

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 10

Зачет: –

Курсовой проект: –

Курсовая работа: –

Пермь, 2017 г.

Учебно-методический комплекс дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г., номер приказа №24-О;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утверждённой 03 апреля 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утвержденного 03 апреля 2017 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива», «Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ», «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД», «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива», «Системы электронного документооборота» и программой производственной практики, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

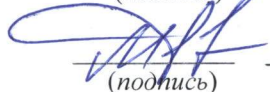
ст. преподаватель
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.А. Осипович
(инициалы, фамилия)

Рецензент

канд. техн. наук
(ученая степень, звание)

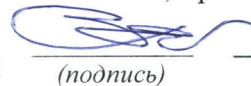

(подпись)

М.А. Мордвин
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Инновационные технологии машиностроения» «04» июля 2017 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой
«Инновационные технологии
машиностроения»,
ведущей дисциплину

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

В.В. Карманов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «24» 09 2017 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Н.Е. Чигодаев
(инициалы, фамилия)

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

М.И. Соколовский
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цели учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение методов проектирования технологических процессов изготовления деталей с применением современных станков с числовым программным управлением (ЧПУ), основанных на виртуальном моделировании процессов обработки поверхностей детали в системах автоматизированного проектирования, формирование умений и навыков эффективного использования САМ систем при решении профессиональных задач в области организации и технической подготовки производства.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет, углубляет и демонстрирует следующие профессионально-специализированные компетенции:

– способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий (АПСК-3.4).

1.2 Задачи дисциплины:

- **изучение** методов работы с системами автоматизированного проектирования технологических процессов при выполнении технологической подготовки производства;
- **формирование умения** составлять виртуальные модели процессов обработки поверхностей детали на станке с ЧПУ и подбирать средства технологического оснащения для их реализации;
- **формирование умения** оптимизировать траекторию перемещения инструмента при обработке поверхностей детали и параметрические модели средств технологического оснащения по результатам виртуального моделирования процесса обработки детали на станке с ЧПУ;
- **формирование навыков** работы с САМ-системами при моделировании процессов обработки на станках с ЧПУ и подготовке управляющих программ.

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- 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 технологической подготовки производства.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» относится к вариативной части блока I «Дисциплины (модули)» дисциплин рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору студента при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей»

твердого топлива».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**

- основные методы создания виртуальных моделей различных типов операций обработки деталей на станках с ЧПУ с учетом параметров средств технологического оснащения и их использования при оптимизации траектории инструмента и режимов обработки,

- последовательность действий при подготовке управляющей программы для обработки детали на станке с ЧПУ на основе виртуальной модели ее процесса,

- структуру, возможности и порядок использования современных автоматизированных систем технологической подготовки производства при моделировании процессов обработки деталей на станках с ЧПУ и подготовки управляющих программ в автоматизированном режиме.

- **уметь:**

- осуществлять подготовку геометрических моделей обрабатываемых деталей, геометрических и параметрических моделей средств технологического оснащения, используемых при их обработке, с помощью интерфейса САПР технологических процессов для последующего моделирования процессов обработки поверхностей деталей на станках с ЧПУ;

- использовать виртуальные модели технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ для оптимизации параметров процесса и средств технологического оснащения, используемых для его реализации;

- выводить управляющие программы для станков с ЧПУ на основе виртуальной модели траектории перемещения инструмента при обработке поверхностей детали.

- **владеть:**

- навыками моделирования операций обработки поверхностей деталей с учетом параметров необходимых средств технологического оснащения с помощью программного обеспечения автоматизированной технологической подготовки производства;

- навыками оптимизации траектории перемещения инструмента при обработке поверхностей деталей на станках с ЧПУ и параметров используемых средств технологического оснащения по результатам из моделирования с помощью программного обеспечения автоматизированной технологической подготовки производства;

- навыками разработки управляющих программ для обработки деталей на станках с ЧПУ на основе трехмерных геометрических моделей процессов обработки их поверхностей.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессионально-специализированные компетенции			
АПСК-3.4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надёжный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий	Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива, Конструирование и инженерные методы расчета РДТТ, Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Конструкция ракетных двигателей твёрдого топлива, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).	Системы электронного документооборота.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПСК-3.4.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-3.4

Код	Формулировка компетенции
АПСК-3.4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надёжный режим работы теплонапряжённых узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-3.4. Б1.ДВ.05.1	Способность осуществлять разработку технологических процессов и управляющих программ обработки деталей с использованием программных средств автоматизированного проектирования для рационального использования станков с ЧПУ в машиностроительных производствах, а также выбирать оптимальные способы реализации технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – структуру и порядок создания параметрических моделей процессов обработки поверхностей детали на станке с ЧПУ с использованием различных методов; – подходы к выбору и описанию средств технологического оснащения при моделировании ее обработки на станке с ЧПУ; – способы и инструменты автоматизированного распознавания элементов геометрии модели детали при разработке управляющей программы ее обработки на станке с ЧПУ; – возможности и ограничения применимости современных САПР при решении задач оптимизации технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ; – методы автоматизированного расчета оптимальных режимов механической обработки деталей на станках с ЧПУ; 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Вопросы контрольных работ рубежного контроля. Вопросы к экзамену.</p>

<p>– способы описания в САПР элементов технологического оснащения процесса обработки детали на станке с ЧПУ.</p>		
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять параметрические модели процессов обработки деталей на станках с ЧПУ и средств технологического оснащения; – обоснованно выбирать оптимальные методы обработки элементов детали на станке с ЧПУ на основе их виртуальных моделей; – выбирать средства технологического оснащения для реализации процессов обработки детали на основе моделирования процессов их использования; – проводить сравнительный анализ различных методов обработки поверхности детали на основе виртуальных моделей траекторий перемещения инструмента; – описывать с помощью интерфейса САПР параметры элементов технологического оснащения, необходимые для определения оптимальных режимов обработки. 	<p>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Практические задания к экзамену. Отчеты по лабораторным работам. Индивидуальные задания.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками выбора стратегий обработки детали и средств технологического оснащения по результатам виртуального моделирования операций обработки поверхностей детали; – навыками разработки управляющих программ для станков с ЧПУ на основе геометрических моделей деталей; – навыками расчета в автоматизированном режиме оптимальных режимов механической обработки деталей на основе данных о материале заготовки, геометрии инструмента и методов обработки; – навыками моделирования в САПР оптимальных траекторий перемещения инструмента при механической обработке поверхностей деталей на станке с ЧПУ. 	<p>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Практические задания к экзамену. Отчеты по лабораторным работам. Индивидуальные задания.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	Аудиторная (контактная) работа	54
	– лекции (Л)	18
	– практические занятия (ПЗ)	–
	– лабораторные работы (ЛР)	32
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2	Самостоятельная работа	54
	– изучение теоретического материала	22
	– выполнение индивидуальных заданий	24
	– подготовка отчетов по лабораторным работам	8
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	Экзамен 36
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч)	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, час./ЗЕ
			Аудиторная работа								
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	1	Введение	1	1						1	
		1	4	2		2			4	8	
		2	7	2		4	1		4	11	
	Итого по модулю:	12	5		6	1		8	20/0,56		
2	2	3	3,5	1		2	0,5		5	8,5	
		4	3	1		2			5	8	
		5	6,5	2		4	0,5		4	10,5	
		6	3	1		2			4	7	
	3	7	5	1		4			6	11	
		8	3	1		2			6	9	
		9	6	1		4	1		4	10	
Итого по модулю:	30	8		20	2		34	64/1,78			
3	4	10	6,5	2		4	0,5		6	12,5	
		11	4,5	2		2	0,5		6	10,5	
		Заключение	1	1						1	
	Итого по модулю:	12	5		6	1		12	24/0,67		
Промежуточная аттестация							экзамен 36		36/1		
Всего:			54	18		32	4	36	54	144/4	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Базовые сведения об автоматизации проектировании технологических процессов

Раздел 1. Введение в работу с прикладными программными средствами автоматизированной технологической подготовки производства

Л – 5 ч; ЛР – 6 ч; КСР – 1 ч; СРС – 14 ч.

Введение.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Актуальность проблемы автоматизации технологической подготовки производства. Определение систем САМ (computer aided manufacturing). Современные системы автоматизированного проектирования технологических процессов, их назначение, виды решаемых задач и ограничения использования.

Тема 1. Основные этапы разработки управляющих программ для станков с ЧПУ в NX Manufacturing

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. Постпроцессирование. Взаимодействие с другими модулями прикладного программного комплекса NX.

Тема 2. Инструменты подготовки геометрических моделей к моделированию обработки

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. Способы задания геометрии заготовки. Определение поверхности безопасного маневрирования. Использование моделей приспособлений для установки и закрепления деталей.

Модуль 2. Автоматизированное проектирование технологических процессов фрезерной обработки и обработки отверстий

Раздел 2. Автоматизированная разработка операций обработки призматических деталей

Л – 5 ч; ЛР – 10 ч; КСР – 1 ч; СРС – 18 ч.

Тема 3. Моделирование процессов 2,5-осевой фрезерной обработки на основе плоских граней

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.

Тема 4. Моделирование процессов 2,5-осевой фрезерной обработки на основе контуров и границ

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.

Тема 5. Моделирование процессов обработки отверстий

Определение геометрии отверстий в модели для обработки. Операции простого и глубокого сверления, растачивание, развертывание. Операции формирования резьбы в отверстиях. Использование стандартных циклов обработки отверстий. Фрезерование гладких отверстий, отверстий с фасками и резьбовых отверстий, винтовой шаблон резания.

Тема 6. Моделирование обработки на основе распознавания элементов

Определение типовых элементов обработки в модели детали с техническими условиями. Навигатор элементов обработки. Методы распознавания элементов (Параметрическое распознавания, идентификация элемента, наследованное распознавание отверстий, карманов и граней). Создание операций обработки на основе библиотеки или шаблонов. Обзор редактора базы знаний обработки.

Раздел 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов трехосевой фрезерной обработки деталей штампов и пресс-форм

Л – 3 ч; ЛР – 10 ч; КСР – 1 ч; СРС – 16 ч.

Тема 7. Моделирование процессов фрезерной обработки с криволинейной геометрии детали по уровням

Черновая фрезерная обработка с удалением основного объема материала на основе геометрии модели заготовки. Полуцистовые 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.

Тема 8. Моделирование процессов трехосевой фрезерной обработки с учетом геометрии поверхности модели

Определение точки контакта инструмента при обработке криволинейной геометрии. Операции трехосевой обработки поверхностей сложной формы. Управляющая геометрия и методы ее задания (область обработки, линии/точки, граница, спираль, вдоль потока, радиальное резания). Сглаживание переходов. Выделение наклонных и ненаклонных участков обрабатываемой поверхности.

Тема 9. 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).

Модуль 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов токарной и токарно-фрезерной обработки

Раздел 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов токарной и токарно-фрезерной обработки

Л – 5 ч; ЛР – 6 ч; КСР – 1 ч; СРС – 12 ч.

Тема 10. 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.

Тема 11. 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.

Заключение

Основные направления развития систем автоматизированной технологической подготовки производства (интеграция САМ систем в стойки ЧПУ, широкое использование моделей станков при разработке и верификации операций, распознавание конструктивных элементов и библиотеки стандартных методов обработки, новые шаблоны резания, твердотельное представление инструмента).

4.3. Перечень тем практических занятий

Не предусмотрены.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	1	Работа с навигатором операций NX. Анализ перемещений инструмента при обработке в режиме визуализации траектории и в режиме виртуального удаления материала.
2	2	Подготовка импортированной твердотельной геометрии к моделированию процесса ее обработки с использованием синхронного моделирования
3	3	Моделирование фрезерной обработки плоских поверхностей детали "Корпус"
4	4	Моделирование фрезерной гравировки на основе эскизных кривых
5	5	Моделирование обработки отверстий в детали "Опора" с помощью стандартных циклов
6	6	Создание в автоматическом режиме основных переходов фрезерной обработки детали "Планка"
7	7	Моделирование операций черновой и получистовой фрезерной обработки рабочих поверхностей детали «Матрица»
8	8	Моделирование фрезерной обработки криволинейных рабочих поверхностей детали "Пуансон"
9	9	Моделирование обработки детали "Плита" с использованием различных методов обхода контура и холостых перемещений с автоматизированным расчетом режимов резания для высокоскоростной обработки.
10	10	Моделирование токарной обработки детали "Вал"
11	11	Моделирование токарно-фрезерной обработки детали "Распределитель"

5. 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 заданий лабораторных работ и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. 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.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, часов
1	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка отчётов по лабораторным работам	2
2	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка отчётов по лабораторным работам	2
3	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №1	3
4	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №1	3
5	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №1	2
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка отчётов по лабораторным работам	2
7	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №2	4
8	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №2	4
9	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка отчётов по лабораторным работам	2
10	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №3	4
11	Изучение теоретического материала	2
	Индивидуальное задание №3	4
	Итого час./ ЗЕ	54/1,5

5.1.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Современные САМ-системы для проектирования процессов механической обработки на станках с ЧПУ. Преимущества и недостатки.

Тема 2. Анализ и устранение ошибок импортирования моделей твердого тела.

Тема 3. Обработка наклонных граней с использованием операций 2,5-осевого фрезерования.

Тема 4. Коррекция инструмента при фрезеровании на основе контуров

Тема 5. Использование различных стандартных циклов осевой обработки при постпроцессировании

Тема 6. Наследованное распознавание элементов (отверстия, карманы и пазы)

Тема 7. Полуцистовые фрезерные операции зачистки контура и поверхности детали.

Тема 8. Использование управляющей геометрии линии/точки для задания операций гравировки.

Тема 9. История развития и физические принципы ВСО.

Тема 10. Моделирование процессов нарезания резьбы при токарной обработке в NX.

Тема 11. Преобразование координат при моделировании токарно-фрезерной обработки.

5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

5.1.4 Расчетно-графические работы

Не предусмотрены.

5.1.5 Индивидуальные задания

Требования к индивидуальным заданиям

Индивидуальные задания являются комплексными, охватывают несколько тем модулей дисциплины и выполняются в форме научно-технического отчета согласно теме, выданной преподавателем.

Список типовых тем:

Индивидуальное задание 1. Разработать и визуализировать технологический процесс обработки призматической детали с несколькими установками (корпус, планка, опора).

Индивидуальное задание 2. Разработать и визуализировать технологический процесс обработки детали пресс-формы с использованием непрерывной трехосевой обработки.

Индивидуальное задание 3. Разработать и визуализировать технологический процесс обработки детали – тела вращения на токарном станке.

5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Образовательные технологии, необходимые для формирования компонентов компетенций в данной дисциплине, включают традиционные пассивные методы обучения, активные методы обучения и интерактивные методы.

Модель образовательного процесса базируется на деятельностном подходе к процессу обучения, основное внимание уделяется освоению студентами практических умений построения моделей обработки отдельных поверхностей и элементов деталей с использованием различных технологических процессов механической обработки, а также решения задач комплексной обработки деталей.

Занятия проводятся по разработанному курсу лекций и лабораторных работ, которые студент обязан выполнить в ходе аудиторной и самостоятельной работы.

Технология: студенты знакомятся с основными приемами и инструментами моделирования процессов обработки в САПР технологических процессов. Одновременно с изложением теоретического материала выполняется практическое освоение разработки, анализа и усовершенствования моделей.

К пассивным методам обучения относятся лекции, во время которых производится передача основ теоретических знаний от преподавателя студентам, ходом занятий управляет преподаватель, студенты выступают в роли пассивных слушателей, усваивают знания, которые должны составлять основу для корректного и эффективного использования инструментов моделирования при решении прикладных задач. Также в структуре образовательных технологий предусмотрены лекции, проводимые в интерактивной форме (лекции-дискуссии и лекции с разбором отдельных ситуаций), основывающиеся на самостоятельном изучении студентами теоретического материала соответствующих тем дисциплины.

Также к активным и интерактивным методам относятся лабораторные работы. На лабораторных работах студенты под руководством преподавателя приобретают умения выполнять 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 составления технологических процессов обработки на станках с ЧПУ обучающиеся имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, сформировать свое отношение к собственному опыту и применяемым подходам.

К интерактивным формам обучения можно отнести самостоятельную работу, в т.ч. в виде индивидуальных заданий. Данная форма ориентирована на доминирование активности студентов в процессе обучения. Место преподавателя сводится к направлению деятельности студентов на достижение поставленных целей и ограничивается рекомендациями по технике применения инструментов САПР технологических процессов, выбора параметров и структуры моделей.

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

Подготовка к аудиторным занятиям, основанная на активных формах индивидуальной деятельности (поиске и творческом усвоении материала

дисциплины), является частью процесса формирования у студентов системного подхода к использованию САПР технологических процессов как самостоятельного и эффективного инструмента практической деятельности инженера-машиностроителя.

Контроль уровня сформированности компетенций производится в процессе обучения в ходе текущего и промежуточного контроля знаний, умений, владений. Текущий контроль производится в форме проверки выполнения заданий практических занятий и индивидуальных заданий, для сдачи которых устанавливается график, который обучающиеся обязаны выполнять. При проверке по соблюдению корректности решения задач контролируется уровень сформированности компетенций. Рубежный контроль производится в форме контрольных работ согласно общего графика учебного процесса.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций студентами производится в следующих формах:

– защита результатов выполнения заданий отдельных лабораторных работ. Всего предусмотрено 4 отчета по результатам лабораторных работ, количество выполненных заданий внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 2 работы, модуль 2 – 2 работы);

– защита результатов выполнения индивидуальных заданий. Всего предусмотрено 3 индивидуальных задания, количество выполненных заданий внутри каждого учебного модуля (модуль 2 – 2 работы, модуль 3 – 1 работа).

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модули 1, 2 и 3);
- защита отчетов по лабораторным работам (модули 1, 2);
- защита отчетов по индивидуальным заданиям (модули 2, 3).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Не предусмотрен.

2) Экзамен

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос и одно практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежного контроля. Допуск к экзамену осуществляется при выполнении заданий всех лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблицу

планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий и промежуточный	Рубежный			Промежуточная аттестация Экзамен
		ЛР	КР	ОПЗ	
Усвоенные знания					
знает: – структуру и порядок создания параметрических моделей процессов обработки поверхностей детали на станке с ЧПУ с использованием различных методов;	+	+			+
– подходы к выбору и описанию средств технологического оснащения при моделировании ее обработки на станке с ЧПУ;	+	+			+
– способы и инструменты автоматизированного распознавания элементов геометрии модели детали при разработке управляющей программы ее обработки на станке с ЧПУ;	+	+			+
– возможности и ограничения применимости современных САПР при решении задач оптимизации технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ;	+	+			+
– методы автоматизированного расчета оптимальных режимов механической обработки деталей на станках с ЧПУ;					+
– способы описания в САПР элементов технологического оснащения процесса обработки детали на станке с ЧПУ.					+
Освоенные умения					
умеет: – составлять параметрические модели процессов обработки деталей на станках с ЧПУ и средств технологического оснащения;			+	+	+

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий и промежуточный	Рубежный			Промежуточная аттестация
		ЛР	КР	ОПЗ	
– обоснованно выбирать оптимальные методы обработки элементов детали на станке с ЧПУ на основе их виртуальных моделей;			+	+	+
– выбирать средства технологического оснащения для реализации процессов обработки детали на основе моделирования процессов их использования;			+	+	+
– проводить сравнительный анализ различных методов обработки поверхности детали на основе виртуальных моделей траекторий перемещения инструмента;			+	+	+
– описывать с помощью интерфейса САПР параметры элементов технологического оснащения, необходимые для определения оптимальных режимов обработки.			+	+	+
Приобретенные владения					
владеет: – навыками выбора стратегий обработки детали и средств технологического оснащения по результатам виртуального моделирования операций обработки поверхностей детали;			+	+	+
– навыками разработки управляющих программ для станков с ЧПУ на основе геометрических моделей деталей;			+	+	+
– навыками расчета в автоматизированном режиме оптимальных режимов механической обработки деталей на основе данных о материале заготовки, геометрии инструмента и методов обработки;			+	+	+
– навыками моделирования в САПР оптимальных траекторий перемещения инструмента при механической обработке поверхностей деталей на станке с ЧПУ.			+	+	+

Примечание:

ЛР – текущий контроль в форме проверки результатов выполнения заданий лабораторных работ;

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний);

ОПЗ – рубежный контроль в форме проверки отчётов по лабораторным работам;
 ИЗ – рубежный контроль в форме проверки отчётов по индивидуальным заданиям.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																Итого, ч		
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		40	41
Раздел:	P1				P2				P3				P4						
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
Лаборат. работы		4		3		4		4		4		4		2		4		3	32
КСР				1										2				1	4
Изучение теор. мат.	4	2			2	2		2			3		2		2		3		22
Подготовка отчетов по ЛР			1		1		1		1		1		1		1			1	8
Индив. задания			3	2	1		3		3	2		2	1	2	1	2	1	1	24
Модуль:	M1				P2								P3						
Контрольные работы				+											+				
Дисциплин. контроль																			Экзамен 36

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.05.2 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	Блок 1. Дисциплины (модули) <small>(блок дисциплины)</small>								
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору студента</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	базовая часть блока	<input type="checkbox"/>	обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть блока	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента
<input type="checkbox"/>	базовая часть блока	<input type="checkbox"/>	обязательная						
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть блока	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору студента						

24.05.02 <small>(код направления/ специальности)</small>	«Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива» <small>(полное название направления подготовки / специальности)</small>
--	---

АРД / РД <small>(аббревиатура направления/ специальности)</small>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Уровень подготовки</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 30px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">специалист</td> <td style="padding-right: 10px;">Форма обучения</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 30px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">очная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">бакалавр</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">заочная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">магистр</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="padding-right: 10px;">очно-заочная</td> </tr> </table>	Уровень подготовки	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	Форма обучения	<input checked="" type="checkbox"/>	очная		<input type="checkbox"/>	бакалавр		<input type="checkbox"/>	заочная		<input type="checkbox"/>	магистр		<input type="checkbox"/>	очно-заочная
Уровень подготовки	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	Форма обучения	<input checked="" type="checkbox"/>	очная														
	<input type="checkbox"/>	бакалавр		<input type="checkbox"/>	заочная														
	<input type="checkbox"/>	магистр		<input type="checkbox"/>	очно-заочная														

<u>2017</u> <small>год утверждения учебного плана ООП</small>	Семестр(ы) <u>10</u>	Количество групп <u>1</u>	Количество студентов <u>25</u>
--	----------------------	---------------------------	--------------------------------

Осипович Дарья Андреевна
(фамилия, инициалы преподавателя)

ст. преподаватель
(должность)

Аэрокосмический
(факультет)

ИТМ
(кафедра)

2-198-123; 2-391-508
(контактная информация)

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Ведмидь П.А., Сулимов А.В. Программирование обработки в NX CAM. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 306 с.	0 + 10 на кафедре
2	Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для вузов / А.И. Кондаков: учебник для вузов. – Москва: Академия, 2007. – 268 с.	36
3	Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – М.: Литкон-Пресс: Эльф ИПР, 2006. – 286 с. + DVD-ROM.	2006 – 1 2008 – 5
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Островский М.С., Мнацаканян В.У., Тимирязев В.А. Программирование обработки деталей горных машин на станках с ЧПУ: учебное пособие для вузов. – Московский государственный горный университет. – Москва: Горн. кн.: Изд-во МГГУ, 2009. – 227 с.	2
2	Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие. – 3-е изд., доп. – Минск : Новое знание, 2008. – 298 с.	10
3	Браилов И.Г. Автоматизация проектирования токарных переходов на станках с ЧПУ: учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. – 79 с.	2
4	Панкратов Ю.М. САПР режущих инструментов: учебное пособие. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013. – 335 с.	8 +ЭБС „Лань”
2.2 Периодические издания		
1	САПР и графика /Компьютер Пресс. – Москва: Компьютер Пресс, 1996 - . – В вузах: ПНИПУ 2009-2013. – Издается с 1996 г. – Ежемесячное.	
2	CAD/CAM/CAE observer: Информационно-аналитический PLM-журнал. – Рига: CAD/CAM Media Publishing, 2008. – Издается с 2000 г. – 8 раз в год.	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 3.1001-2011 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие положения	<i>Техэксперт</i>
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	

2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014-. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: http://e.lanbook.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на

04.07.2017

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Лабораторные работы	САПР "Siemens NX 10.0"	1399837	Программа предназначена для создания виртуальных моделей процессов фрезерной, токарной и электроэрозионной обработки деталей на станках с ЧПУ, а также для вывода управляющих программ для станков с ЧПУ на основе сгенерированных траекторий перемещения инструмента при выполнении операций.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
		+		Презентационные материалы к курсу лекций "Методы моделирования в NX Manufacturing процессов механической обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ"

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п/п	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	Компьютерный класс	ИТМ	320 к.Д АКФ	120	26
2	Компьютерный класс	ИТМ	005 к.Д АКФ	70	10

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п/п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	ПК <i>Intel Pentium Dual CPU</i> 2000 МГц (с модификациями)	26	Оперативное управление	320 к.Д АКФ
2	ПК <i>Intel Pentium Dual CPU</i> 2000 МГц (с модификациями)	10	Оперативное управление	005 к.Д АКФ
3	Электронный проектор "NEC M300X"	2	Оперативное управление	320, 005 к.Д АКФ

Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		