

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 27.09.2023 11:58:27
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

/Е.В. Сафонов/



.....2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационная поддержка наукоемкой продукции»

Направление подготовки:

**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»**

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового
производства»**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и программой по направлению **15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифровых производств»**

Программу составил:

доцент, к.т.н. Александров А.В. / _____/

Программа дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции» утверждена на заседании кафедры «Технология и оборудование машиностроения» «___» _____ 2022 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой Васильев А.Н. / _____/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

В.М. Аббясов / _____/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

_____ /доц., к.т.н. Аббясов В.М./
«___» _____ 20__ г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии Васильев А.Н. / проф., к.т.н. Васильев А.Н./

«13» 09 2022 г. Протокол: N 14-12

«___» _____ 2022 г. Протокол:

Присвоен регистрационный номер:

15.03.05 .01/01.2022.053

1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции» относятся:

- формирование комплекса знаний, умений и навыков разрабатывать технологические процессы обработки деталей (электронная модель операционной заготовки) на оборудовании с ЧПУ при помощи систем «CAD/CAM/PDM /CAE(например, система « CATIA V5»);

- формирование у обучающихся комплекса навыков проектирования прогрессивных технологических процессов механической обработки деталей на высокоэффективном, быстро переналаживаемом оборудовании с числовым программным управлением;

Задачи учебной дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции» следует отнести:

- формирование навыков автоматизированного проектирования технологического процесса обработки детали на оборудовании с ЧПУ (электронная модель операционной заготовки) и управляющих программ средней сложности для станков с числовым программным управлением;

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет, углубляет и демонстрирует части следующих профессиональных компетенций:

ОПК-3 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3);

ОПК-2 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Элективным дисциплинам цикла. Освоение данной дисциплины формирует у студента знания и навыки в области сквозных цифровых технологий - методы проектирования (компьютерного моделирования) технологических процессов (электронная модель операционной заготовки) механической обработки деталей на оборудовании с ЧПУ и готовит специалиста к практическому применению указанных технологий в производстве.

Дисциплина «Информационная поддержка наукоемкой продукции» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В Обязательной части цикла (Б1):

- Компьютерный практикум по инженерной графике;
- Технология машиностроения;
- Основы проектирования деталей и узлов машин.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	<p>знать: - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий;</p> <p>- процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;</p> <p>уметь: - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование;</p> <p>- определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы;</p> <p>владеть: - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции.</p> <p>- практическими навыками построения операционной заготовки, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями;</p> <p>- навыками выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции.</p>
ОПК-8	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p>знать: - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий;</p> <p>- процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;</p> <p>уметь: - выбирать рациональные</p>

	<p>технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование;</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы; <p>владеть: - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции.</p> <ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками построения операционной заготовки, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями; - навыками выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции.
--	---

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины (приложение 1) составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов), аудиторных 36 часов, из них – 18 часов лекций и 18 часов - практических работ.

Изучение дисциплины предусмотрено **на 7 семестре**, по завершению курса зачет.

4.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные сведения о системах цифрового проектирования CAD/CAM/CAE/PDM и оборудовании цифрового производства

Основные сведения о системах САПР ТП и их классификация. Современные системы цифрового проектирования и производства изделия (например, система «CAD/CAM/PDM/CAE CATIA V5»).

Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация. Структурные схемы станков с ЧПУ. Системы координат и движения станка. Сведения о системы управления ЧПУ.

Раздел 2. Автоматизированное проектирование технологических процессов на станках с ЧПУ (Создание электронной модели операционной заготовки).

Общие принципы построения числовых программ обработки. Разработка (детализация) технологических операций и определение последовательности переходов обработки операции при подготовке УП для станков с ЧПУ. Общие принципы **выбора станков** с ЧПУ. Управляемые оси токарного станка с ЧПУ. Общие принципы выбора металлорежущего и вспо-могательного инструмента для станков с ЧПУ. Система обозначений металлорежущего инструмента для токарных резцов. Технологические возможности контурных резцов. Особенности выбора отрезных и резьбонарезных резцов. Особенности выбора сверл. Размерная привязка режущего инструмента. Определение траекторий перемещения инструментов и координатных опорных точек. Расчет припусков (Z_{min}) и операционных размеров. Назначение режимов резания на станках ЧПУ. Режимы обработки:

высокоскоростные, высокопроизводительные Циклы обработки детали по замкнутому контуру. Нарезание цилиндрической резьбы комбинированной обработки детали. Разработка технологии токарной обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси: обработка пазов, шлицев, винтовых пазов, поверхностей, цепочек резьб, перпендикулярных к оси детали отверстий и др. Постоянные циклы нарезания резьбы. Особенности работы с фрезерным шпинделем. Программирование станков с двумя инструментальными блоками. Разработка технологии обработки системы отверстий параллельных и радиальных пазов, а также растачивания отверстий на фрезерных станках с ЧПУ. Типовые схемы технологических переходов, выполняемых при фрезерной обработке. Расчет режимов резания и нормирование операций механической обработки деталей на станках с ЧПУ. Типовые траектории движения фрезы (зигзагообразный и спиралевидный), применяемые при обработке деталей на обрабатывающих центрах, их характеристика и обоснованный выбор рациональной схемы. Особенности объемного фрезерования с одновременным движением режущего инструмента по трем осям. Пяти осевая фрезерная обработка поверхностей деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Круговое фрезерование отверстий деталей взамен растачивания, преимущества и области применения. Технология обработки основных отверстий корпусных деталей на обрабатывающих центрах с использованием оси С. Технологическая оснастка, применяемая при обработке цилиндрических и корпусных деталей на обрабатывающих центрах. Специфика расчета режимов резания при обработке деталей на обрабатывающих центрах. Коррекция диаметра инструмента. Внутренняя расточка. Постоянные циклы сверления. Специфика расчета режимов резания при обработке деталей на обрабатывающих центрах. Факторы, определяющие точность обработки деталей на много-функциональном токарном станке с ЧПУ, методика расчета ожидаемой погрешности обработки. Специфика определения элементарных погрешностей обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Разработка технологических мероприятий повышения геометрической точности механической обработки деталей на современных многофункциональных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Структура дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции»
Приложение А.

5. Образовательные технологии.

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (просмотр видеоматериалов по определенным темам, их последующий анализ и обсуждение и пр.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При проведении практических занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины. Методические электронные пособия по указанному курсу написаны в соответствии с требованиями «Модульной технологии обучения». Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 80% от аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В седьмом семестре - зачет.

6.1 Требования к подготовке к промежуточной аттестации

1. Студент к промежуточной аттестации по дисциплине в обязательном порядке должен выполнить следующие условия:

- выполнить практические работы в системе «CAD/CAM/PDM/CAE CATIA V5» на компьютерах в лаборатории кафедры «Технология и оборудование машиностроения»;
- спроектировать в системе «CAD/CAM/PDM/CAE CATIA V5» технологический процесс обработки (электронная модель операционной заготовки) и сформировать цифровую программу (ЧПУ) обработки контрольной детали;
- оформить именную папку практических работ на рабочем столе компьютера, содержащей созданные электронные модели операционных заготовок и сформированных ЧП обработки деталей, предусмотренных рабочей программой дисциплины;

2. На первом занятии по дисциплине преподаватель должен проинформировать студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках её проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК-8	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения студентами дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 Способен применять современные экологичные и безопасные методы
--

рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь:- формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - формировать твердотельные элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;
владеть: практическими навыками построения операционной заготовки, технологических наладок, технологической и инструментальной оснастки с заданными функциональными требованиями.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки	Обучающийся владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками технологических расчетов операционной заготовки, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ОПК-8 Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа

Критерии оценивания

2	3	4	5
Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, свободно оперирует приобретенными знаниями.
Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - формировать твердотельные элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать элементы электронной модели операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;
Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки	Обучающийся владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет методами и методиками технологических расчетов электронной модели операционной заготовки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками технологических расчетов операционной заготовки, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

CATIA Документация, Версия 5, Выпуск 19

© Dassault Systèmes, 1999-2008. All rights reserved.

б) дополнительная литература:

1. Яблочников Е.И. Методологические основы построения АСТПП / СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – 84 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Компьютерный класс кафедры «Технология и оборудование машиностроения» Ауд. АВ1517, оснащенный: 15 компьютерами, графопостроителем, принтером, интерактивным экраном (телевизор), объединенными в локальную сеть.

Программное обеспечение:

1. Система «PDM/CAD/CAM/CAE/» «Dassault Systemes Russia Corp» (академическая лицензия): ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Интернет-ресурсы по CATIA.

10. Методические рекомендации для преподавателя

11. Приложения

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Направление подготовки:

**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»**

**Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового
производства»**

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Технологии и оборудование машиностроения

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационная поддержка наукоемкой продукции

Состав: 1. Структура и содержание дисциплины

2. Описание оценочных средств

Составитель:

Александров А.В.

Москва, 2022 год

Приложение А.

Структура и содержание дисциплины «Информационная поддержка наукоемкой продукции».

Направление подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового производства», очная форма обучения

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Формы	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	Э	З
1. Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация.	7	1		2	2	8			
2. Основные сведения о ЧПУ и системы управления CNC.	7	2							
3. Общие принципы построения числовых программ обработки для токарных операций.	7	3		2	2	8			
4. Разработка (детализация) технологических операций и определение последовательности переходов обработки операции при подготовке УП для станков с ЧПУ.	7	4							
5. Общие принципы выбора станков с ЧПУ. Система координат станка. Система координат детали. Система координат инструмента. Связь систем координат.	7	5		2	2	8			
6. Общие принципы выбора металлорежущего и вспомогательного	7	6							

инструмента для станков с ЧПУ.									
7. Технологические возможности контурных резцов.	7	7		2	2	8			
8. Особенности выбора отрезных и резьбонарезных резцов.	7	8							
9. Расчет припусков (Z_{min}) и операционных размеров.	7	9		2	2	8			
10. Назначение режимов резания на станках ЧПУ. Режимы обработки: высокоскоростные, высокопроизводительные	7	10							
11. Циклы обработки детали по замкнутому контуру.	7	11		2	2	8			
12. Разработка технологии токарной обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси.	7	12							
13. Проектирование технологических процессов на станках с ЧПУ фрезерной группы.	7	13		2	2	8			
14. Разработка технологии обработки системы отверстий, параллельных и радиальных пазов, растачивания отверстий на фрезерных станках с ЧПУ.	7	14							
15. Типовые схемы технологических переходов, выполняемых при фрезерной обработке.	7	15		2	2	8			
16. Расчет режимов резания и нормирование операций.	7	16							
17. Типовые траектории движения фрезы (зигзагообразный и спиралевидный), их характеристика и обоснованный выбор рациональной схемы.	7	17		2	2	8			
18. Особенности объемного фрезерования с одновременным движением режущего инструмента по трем осям.	7	18							
Итого за 7 семестр - 108				18	18	72			3

2. Описание оценочных средств

Тематика практических работ по дисциплине «Информационная поддержка наукоемкой продукции».

Направление подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Профиль: «Конструкторско-технологическое обеспечение цифрового производства», очная форма обучения

Тема 1: «Проектирование электронной модели операционной заготовки в среде CATIAV5 методом «сборки» - 6 час.

Оснащение: - Компьютерный зал кафедры «Технология и оборудование машиностроения» 15 рабочих мест.

- Академическая лицензия **CatiaV5: ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package**.

- Методические указания к лабораторным работам «Моделирование механической обработки автомобильных деталей на токарных станках ЧПУ в **CatiaV5**», Стржемечный М. М. – М.: Университет машиностроения, 2015.

Тема 2: «Формирование цифровой программы обработки детали на оборудовании с ЧПУ» - 12 час.

Оснащение:

- Компьютерный зал кафедры «Технология и оборудование машиностроения» 15 рабочих мест.

- Академическая лицензия **CatiaV5: ED2-EDU CATIA V2 Academic Learn Package**.

Электронные методические указания к лабораторным работам:

- Учебный элемент 001 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 002 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 003 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 004 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 006 «**Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

- Учебный элемент 007 «**Advanced Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;
- Учебный элемент 008 «**Multi-Axis Surface Machining**» «Формирование числовой управляющей программы обработки заготовки на фрезерном станке»;

доцент, к.т.н. / _____ / Александров А.В./