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

«Основы CALS-технологий»

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 «Основы CALS-технологий» 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 /_____/

«____»_____2022 г.

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 _____ / проф., к.т.н. Васильев А.Н./
«13» 09 20 22 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**15.03.05 .01/01.2022.054**

1.СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины **«**Основы CALS-технологий**»** 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 **«**Основы CALS-технологий**»** следует отнести:

- формирование навыков автоматизированного проектирования технологи-ческого процесса обработки детали на оборудовании с ЧПУ (электронная модель операционной заготовки) и управляющих программ средней слож-ности 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 основ-ных требований информационной безопасности (ОПК-3);

ОПК-2 - владением основными методами, способами и средствами получе-ния, 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 **«**Основы CALS-технологий**»** 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	**знать:** - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий; - процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ; **уметь:** - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование; - определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы; **владеть:** - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции. - 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.
ОПК-8	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	**знать:** - основные положения и понятия цифровой технологии машиностроения, методы разработки технологического процесса изготовления машин, правила разработки технологического процесса изготовления машиностроительных изделий; - процедуры построения электронной модели операционной заготовки и формирования цифровой программы обработки детали на станках с ЧПУ; **уметь:** - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование; - определять технологические режимы и показатели качества функционирования

		оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы; **владеть:** - навыками проектирования цифровых операционных технологических процессов изготовления машиностроительной продукции. - 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 единица (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 (Zmin) 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 использование 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. Техноло-гическая 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. Спе-цифика 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 погреш-ностей обработки деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Разработка технологических мероприятий повышения геометрической точности меха-нической обработки деталей на современных многофункциональных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Структура дисциплины **«**Основы CALS-технологий**» 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 соответствие 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» технологичес-кий процесс обработки (электронная модель операционной заготовки) и сформировать цифровую программу (ЧПУ) обработки контрольной детали;
- оформить именную папку практических работ на рабочем столе компь-ютера, содержащей созданные электронные модели операционных заготовок и сформированных ЧП обработки деталей, предусмотренных рабочей про-граммой 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 форми-рования 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 аннализитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: процедуры построения электронной модели операционной заготовки, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь:- формировать элементы электронной моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологическо й и инструментальной оснасткой;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать элементы элек-тронной моделей 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 моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать элементы электронной моделей 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 анналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответ-ствие следующих знаний: процеду-ры построения электронной модели операци-онной заготовки, свободно опери-рует приобретен-ными знаниями.
Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать элементы элек-тронной моделей 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 моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - формировать элементы электронной моделей операционной заготовки с учетом геометрических взаимосвязей между компонентам оборудования с ЧПУ, технологической и инструментальной оснасткой;	Обучающийся демонстрирует полное соответ-ствие следующих умений: форми-ровать элемен-ты электронной моделей опера-ционной заго-товки с учетом геометрических взаимосвязей между компонен-там оборудова-ния с ЧПУ, тех-нологической 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 мето-дами и методи-ками технологи-ческих расчетов операционной за-готовки, свобод-но применяет по-лученные навыки в ситуациях по-вышенной слож-ности.

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

Основы CALS-технологий

Состав: 1. Структура и содержание дисциплины

2. Описание оценочных средств

_____

_____

_____

Составитель:

Александров А.В.

Москва, 2022 год

Приложение А.

Структура и содержание дисциплины «Основы CALS-технологий».

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 (Zmin) 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 использование 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**

Приложение Б.

2. Описание оценочных средств

Тематика практических работ по дисциплине **«**Основы CALS-технологий**».**

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./