

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

и.о. ректора

 М.В. Румянцев

« 07 » 08 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

«Системы проектирования. CAD/CAM - системы»

Красноярск 2025

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

I.1. Нормативная правовая основа Программы

Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля «Системы проектирования. CAD/CAM-системы» (далее — Программа) разработана в соответствии с нормами Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; постановлением Правительства РФ от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; приказом Минобрнауки России от 19 октября 2020 г. № 1316 «Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности» (далее – приказ Минобрнауки России № 1316); методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн); с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»; приказа Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»); приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей

федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 августа 2020 г. № 1044, (далее — ФГОС ВО), а также профессиональных стандартов: 40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением»; 40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»; 40.083 «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства».

Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее — Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой, имеющей отраслевую направленность — машиностроение, проводится в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (далее — Университет) в соответствии с учебным планом по очной форме обучения.

Разделы, включенные в учебный план Программы, используются для последующей разработки календарного учебного графика, учебно-тематического плана, рабочих программ модулей (дисциплин), оценочных и методических материалов. Перечисленные документы разрабатываются Университетом самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства об образовании, законодательства в области информационных технологий и смежных областей знаний ФГОС ВО и профессиональных стандартов: 40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением», 40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении», 40.083 «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства».

1.2. Цель программы

Целью ДПП ПП является формирование у слушателей, обучающихся по ОП ВО – программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки, относящимся к обрабатывающей промышленности

цифровых компетенций в области применения языков программирования для решения профессиональных задач, применения интегрированных сред разработки (IDE), а также приобретение по итогам прохождения ДПП ПП новой квалификации «Системы проектирования. CAD/CAM-системы».

1.3 Требования к поступающим

К обучению по Программе допускаются обучающиеся по ОП ВО – программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки, относящимся к обрабатывающей промышленности.

1.4 Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и(или) уровней квалификации

1.4.1 Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки, в которой может осуществлять профессиональную деятельность: сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в областях: технологического обеспечения заготовительного производства на машиностроительных предприятиях; технологической подготовки производства деталей машиностроения).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и(или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Объекты профессиональной деятельности:

разработка технологий и программ для станков с числовым программным управлением; технологическая подготовка производства машиностроительных изделий;

проектирование технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий.

1.4.3 Уровень квалификации. В соответствии с приказами Министерства труда и социальной защиты РФ от 14 июля 2021 года № 472н «Об утверждении Профессионального стандарта «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением»; от 29 июня 2021 года № 435н «Об утверждении

Профессионального стандарта «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»; от 27 апреля 2023 года № 414н «Об утверждении Профессионального стандарта «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства», дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки обеспечивает достижение шестого уровня квалификации.

1.4.4 Компетенции (трудовые функции) в соответствии с профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)

Программа разработана в соответствии с актуальными квалификационными требованиями, профессиональными стандартами специалистов. Виды профессиональной деятельности, трудовые функции, указанные в профессиональных стандартах 40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением», 40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении», 40.083 «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства», представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1

Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональными стандартами:

40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением»,

40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»,

40.083 «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства»

Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением»			

Анализ технических требований, предъявляемых к сложным деталям, для обработки на токарных станках с ЧПУ с приводным инструментом 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ с дополнительной осью. Определение последовательности обработки поверхностей заготовок для изготовления сложных деталей на токарных станках с ЧПУ с приводным инструментом 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ с дополнительной осью. Выбор оборудования с ЧПУ для изготовления сложных деталей. Расчёт и адаптация технологических режимов обработки для изготовления сложных деталей на токарных станках с ЧПУ с приводным инструментом 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ с дополнительной осью	Е/01.6 Проектирование технологических операций изготовления сложных деталей на токарных станках с ЧПУ с приводным инструментом 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ с дополнительной осью	Разработка технологий и управляющих программ для изготовления сложных деталей на токарных станках с ЧПУ с приводным инструментом 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ с дополнительной осью	Разработка технологий и программ для станков с числовым программным управлением
--	--	---	--

40.031 «Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении»			
Оценка возможности достижения показателей технологичности машиностроительных изделий средней сложности, указанных в техническом задании на машиностроительные изделия	С/01.6 Технологическое сопровождение разработки проектной КД на машиностроительные изделия средней сложности	Технологическая подготовка производства машиностроительных изделий средней сложности	Технологическая подготовка производства машиностроительных изделий
Технологический контроль проектной КД на машиностроительные изделия средней сложности			
Разработка технологических операций изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности	С/02.6 Разработка технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности		
Оформление технологической документации на технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности			

Разработка технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства	С/03.6 Разработка технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства		
Оформление технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства			
Контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-систем, PDM-систем, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации	С/05.6 Методическое обеспечение САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации		

Анализ процесса технологической подготовки производства изделий в организации и выявление этапов, подлежащих автоматизации			
Составление технического задания на разработку новых компонентов САРР-систем, PDM-систем, MDM-системы организации			
40.083 «Специалист по проектированию технологических процессов автоматизированного производства»			
Разработка технологических маршрутов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности	В/02.6 Разработка технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Проектирование технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Проектирование технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий

Разработка технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, средств технологического оснащения, необходимых для реализации технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности	сложности	сложности	
---	------------------	------------------	--

Разработка и редактирование электронных моделей элементов технологической системы, необходимых для разработки управляющих программ для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности	В/03.6 Разработка управляющих программ для изготовления машиностроительных изделий средней сложности		
Формирование и внесение в САМ-систему исходной информации (системы координат, нулевые точки детали и режущего инструмента, рабочие плоскости, плоскости интерполяции, таблицы коррекции инструментов, защищённые зоны станка)			

Разработка планов операций автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности			
Подготовка предложений по предупреждению и ликвидации брака при автоматизированном изготовлении машиностроительных изделий средней сложности	В/04.6 Контроль технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности		
Внесение изменений в технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них			

Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере, связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения программы «Системы проектирования. CAD/CAM-системы»

Наименование сферы	Тип компетенции	Наименование профессиональной компетенции	Номер компетенции (ID)	БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
Средства программной разработки	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Применяет языки программирования для решения профессиональных задач	28	Применяет языки программирования (в т.ч. скрипты) для решения профессиональных задач под контролем более опытных специалистов

Системы проектирования. CAD/CAM-системы	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Использует специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой	47	Понимает простые чертежи, самостоятельно читает техническую документацию, спецификацию и т.д.
Системы проектирования. CAD/CAM-системы		Использует специальные технические программы CAD/CAM проектирования	49	Самостоятельно открывает и просматривает объёмные модели. Использует простейшие программы для создания 3D-моделей

Структура образовательных результатов

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)

28. Применяет языки программирования для решения профессиональных задач	Разработка макросов для автоматизации задач построения моделей. Создание простых программ для выполнения аналитических расчетов. Использование API для взаимодействия с программным обеспечением. .	Умение писать и отлаживать код, используя различные структуры данных. Способность применять функции и алгоритмы для решения прикладных задач. Способность использовать библиотеки и встроенные приложения.	Знание основ синтаксиса кода применяемого для разработки, включая переменные, типы данных и управляющие конструкции. Понимание принципов работы с библиотеками применяемого языка программирования.. Понимание основ кибербезопасности при работе с программным обеспечением в сети предприятия..
--	---	---	--

47. Использует специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой	Разработка чертежей деталей и сборок. Автоматизация разработки чертежей и 3D моделей . Чтение и подготовка технической документации на разработку изделия Разработка спецификаций на сборочные чертежи с автоматизацией получения данных из 3D модели сборки.	Умение читать техническую документацию. Способность средства автоматизации для решения задач сокращения времени разработки. Умение создавать параметризованные 3D модели. Способность встроенные приложения и библиотеки CAD систем проектирования.	Знание основ ЕСКД. Знание основных методов при разработке 3D моделей и чертежей . Понимание основ параметризации и контексте построения 3D модели детали и сборки . Понимание принципов работы с библиотеками и встроенными приложениями CAD программ.
--	---	---	--

49. Использует специальные технические программы CAD/CAM проектирования	Использование прикладного программного обеспечения для просмотра результатов расчетов. Использование инструментов создания управляющих программ. Использование плагинов и расширений: Установка и использование дополнительных плагинов для автоматизации и проверки созданных управляющих программ.	Умение эффективно использовать возможности программного обеспечения для простых расчетов механических передач. Способность создавать программы с использованием API. Умение использовать встроенные инструменты автоматизации.	Знание программного обеспечения для простых расчетов механических передач. Понимание принципов работы API CAD программ. Знание принципов работы технологического оборудования, режущего инструмента и методов формообразования.
--	---	---	--

1.5. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)

Обучение производится в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). Используются сервисы вебинаров и видеоконференций.

При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы с наушниками или аудиокolonками, микрофоном или веб-камерой — подключение к сети Интернет.

Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, CAD система Компас-3D, САМ-система для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ SprutCAM, текстовый редактор. Операционная система: Windows 2010 SP1 (Standard и выше, с ограничениями).

1.6. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки

Особенности построения программы переподготовки «Системы проектирования. CAD/CAM-системы»:

- .
в
основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- .
выполнение
учебных заданий, требующих практического применения знаний и умений, полученных
в ходе изучения логически связанных дисциплин;
- .
выполнение
итоговых аттестационных работ по реальному заданию;
- .
использование
информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных

систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные

условия для обучающихся, преподавателей;

применение
электронных образовательных ресурсов (дистанционное, комбинированное обучение и пр.).

1.7. Особенности организации практики

Практика слушателей дополнительной профессиональной программы переподготовки «Системы проектирования. CAD/CAM-системы» является обязательной составной частью образовательной программы и представляет собой вид учебной деятельности, непосредственно ориентированный на профессионально-практическую подготовку слушателей. Практика осуществляется в целях формирования и закрепления профессиональных умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки.

Сроки проведения практики устанавливаются графиком учебного процесса в объеме 16 часов в конце процесса обучения в соответствии с утвержденным в установленном порядке учебно-тематическим планом.

В рамках очно-заочной формы обучения на основе дистанционных технологий стажировка осуществляется в форме *online* стажировки

1.8. Документ об образовании: диплом о переподготовке установленного образца.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Системы проектирования. CAD/CAM-системы»

Форма обучения – заочная.

Срок обучения – 256 часов.

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	Общая трудоемко сть, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч	Формы контроля
				Лекции	Лаборато рные работы	Практические и семинарские занятия		
1.	CAD/CAM-системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования	120	60	20	0	40	60	Зачёт
2	Автоматизация конструкторской разработки	36	20	8	8	4	16	Зачёт
3.	Создание управляющих программ для станков с ЧПУ	36	20	8	8	4	16	Зачёт
4.	Практика	16	12			12	4	Зачёт
	Итоговая аттестация	24	8			8	16	Защита итоговой аттестационной работы в форме проекта
	Итого	256	164	70	8	86	92	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Системы проектирования. CAD/CAM-системы»

Категория слушателей: лица, имеющие или получающие высшее образование.

Срок обучения: 256 часов.

Форма обучения: очно-заочная.

Режим занятий: 6 часов в неделю.

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	Общая трудоем- кость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Лаборатор- ные работы	Практ. и семинарские занятия		
1.	CAD/CAM системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования	120	60	20	0	40	60	PO1–PO3
1.1	Введение в конструирование	12	6	4	0	2	6	PO1–PO3
1.2	3D-моделирование для построения моделей деталей и сборок различной сложности	84	42	14	0	28	42	PO1–PO3
1.3	Основы прочностных расчётов	24	12	2	0	10	12	PO1–PO3
2.	Автоматизация конструкторской разработки	60	24	8	0	16	16	PO4–PO6
2.1	Кинематический расчет механического привода	12	6	2	0	4	6	PO4–PO6
2.2	Расчет и автоматизация построения зубчатых передач	12	6	2	0	4	6	PO4–PO6
2.3	Расчет и автоматизация построения передач с гибкой связью	12	6	2	0	4	6	
2.4	Использование API при написании программ для автоматического создания трехмерных моделей в КОМПАС-3D	24	12	4	0	8	12	
3.	Создание управляющих программ для станков с ЧПУ	36	20	8	8	4	16	PO7
3.1	Технологическое оборудование машиностроительных производств, основы формообразования и режущий инструмент.	45	44	32	0	12	1	PO7
3.2	Основы создания управляющих программ для станков с ЧПУ	18	10	4	4	2	8	PO7

4.	Практика	16	12			12	4	PO1–PO7
	Итоговая аттестация	24	8			8	16	PO1–PO7
	Всего	256	164	70	8	86	92	

Календарный учебный график
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Системы проектирования. CAD/CAM-системы»

Наименование модулей (курсов) Объем учебной нагрузки, ч.	2024–25 учебный год																																																
	сентябрь					октябрь				ноябрь					декабрь				январь				февраль				март				апрель				май					июнь									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45				
CAD/CAM-системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования																																																	
Автоматизация конструкторской разработки																		К	К																														
Создание управляющих программ для станков с ЧПУ																																																	
Практика																																																	
Итоговая аттестация																																																	

II. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение по программе профессиональной переподготовки «Системы проектирования. CAD/CAM-системы» реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru>). Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чате программы. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации дисциплины

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, CAD система Компас-3D, CAM-система для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ SprutCAM, текстовый редактор. Операционная система: Windows 2010 SP1 (Standard и выше, с ограничениями).

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Программа может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, семинарские, активные и ситуативные методы обучения.

По программе разработан электронный учебно-методический комплекс (УМК) — электронный курс в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по дисциплине (учебно-тематический план, интерактивный график работы по дисциплине, сведения о результатах обучения,

чат для объявлений и вопросов преподавателю), текстовые материалы к лекциям, практические и тестовые задания, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Виды и содержание самостоятельной работы

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается в дистанционном режиме в рамках электронного курса, размещенного в системе электронного обучения СФУ. Самостоятельно слушателями изучаются представленные кейсы с лучшими практиками, дополнительные ссылки и материалы по темам курса, а также краткие резюмирующие материалы, дополнительные инструкции в различных форматах (видео, скринкасты, подкасты, интерактивные справочники, текстовые пояснения).

Также слушатели самостоятельно проводят анализ и систематизацию материала в рамках выполнения практических заданий и решения ситуаций. Для оценки уровня усвоения изученного учебного материала, слушатели проходят контрольные тесты.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы сети Интернет

Модуль 1. CAD/CAM системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования

1. Исупова И.В. Основы конструирования деталей машин: учеб. пособие / И.В. Исупова, В.П. Скворцов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный ин-т ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2014. – 33 с.

2. Детали машин и основы конструирования: курс лекций / Е.П. Устиновский, Е.В. Вайчулис; под ред. Е.П. Устиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 220 с.

3. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials.

4. Элементарные тела в Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vkvideo.ru/video-29488911_456240193

Модуль 2. Автоматизация конструкторской разработки

1. Ганин Н. Проектирование в системе КОМПАС-3D V11. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 776 с.

2. Зиновьев Д. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. – 2-е изд. / под ред. М.И. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 232 с.

3. Никонов В.В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2019.

4. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ascon.ru/source/info_materials/2018/04/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%8

[3%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-3D.pdf](https://ascon.ru/source/info_materials/2018/04/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-3D.pdf).

5. Видеокурс «Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/training/>.

6.

Модуль 3. Создание управляющих программ для станков с ЧПУ

1. Ганин Н. Проектирование в системе КОМПАС-3D V11. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 776 с.

2. Зиновьев Д. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. – 2-е изд. / под ред. М.И. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 232 с.

3. Никонов В.В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2019.

4. Низкоуровневое программирование станков с ЧПУ. Низкоуровневое программирование стоек управления: учеб.-метод. пособие для лаб. занятий [для студентов напр. подг. 15.03.05.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»] / Сиб. федер. ун-т, Политехн. ин-т ; сост.: Е.А. Спирин, Я.Ю. Пикалов. – Красноярск: СФУ, 2015

5. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ascon.ru/source/info_materials/2018/04/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-3D.pdf.

6. Видеокурс «Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/training/>.

IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится по дисциплинам на основе выполнения заданий в электронном обучающем курсе, а также с учетом результатов промежуточного ассесмента.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

2.2. Требования и содержание итоговой аттестации

После завершения обучения по Программе обучающиеся допускаются к итоговой аттестации. Аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнеров. Итоговая аттестация по программе включает выполнение итоговой аттестационной работы (ИАР) в форме проекта. Основная цель итоговой аттестационной работы— выполнить работу, демонстрирующую уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности.

ИАР выполняется индивидуально или в группах по 2-4 человека. Слушатель предоставляет результат выполненной работы в формате PDF, оформленной и отвечающей требованиям к содержанию итоговой аттестационной работы. Список использованных источников литературы приводится в конце ИАР. Документ прикрепляется в организационный электронный курс программы профессиональной переподготовки. В итоговой аттестационной работе должны быть четко обозначены область и актуальность работы, постановка задачи, приведены результаты, полученные слушателем. Требования и содержание итоговой аттестации изложены в методических указаниях к выполнению ИАР и размещаются на платформе электронных курсов СФУ.

Выполнение итоговой аттестационной работы является обязательным.

По результатам защиты ИАР аттестационная комиссия принимает решение о присвоении слушателям по результатам освоения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки квалификации «Специалист систем проектирования. CAD/CAM-системы в машиностроении», о предоставлении права заниматься профессиональной деятельностью в сфере проектирования технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий и выдаче диплома о профессиональной переподготовке.

Примерные задания на выполнение ИАР.

Вариант 1: Выполнить расчет зубчатой передачи и построить модель передачи в CAD Компас 3D (вариант задания согласно списка)

Описание разработки:

Студенты должны рассчитать параметры зубчатой передачи согласно исходным данным (передаточное число, крутящий момент, условия эксплуатации). После этого построить 3D-модель передачи в CAD-системе КОМПАС-3D, используя стандартные библиотеки и функционал системы.

Компетенции, оцениваемые в задании:

1. Применяет CAD-системы для создания моделей и чертежей деталей машин	
Показатели оценки	Оценка/норма
Использование CAD-инструментов	Оценка: корректное использование CAD-инструментов. Норма: модель выполнена с применением точных размеров,

	соблюдены технические требования, используются стандартные библиотеки.
Правильность моделирования сборки	Оценка: качество сборки. Норма: все элементы передачи собраны правильно, учитываются посадки и взаимодействие деталей.
2. Выполняет инженерные расчеты механических передач	
Показатели оценки	Оценка/норма
Правильность выполнения расчетов	Оценка: правильность расчетов. Норма: все параметры передачи рассчитаны с учетом нагрузок, материалов и условий эксплуатации.
3. Оформляет техническую документацию в соответствии с ЕСКД	
Оформление чертежей и спецификаций	Оценка: наличие и оформление чертежей, спецификаций, пояснительной записки. Норма: чертежи выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД, сопровождаются спецификацией и техническими примечаниями

Вариант 2: Выполнить расчет передачи с гибкой связью с помощью автоматизированного способа расчета и построения, используя приложение “Валы и механические передачи” CAD Компас-3D

Описание разработки:

Студент должен выполнить расчет ременной или цепной передачи с использованием встроенного приложения «Валы и механические передачи» в КОМПАС-3D. На основе расчетных данных построить 3D-модель передачи и оформить комплект конструкторской документации.

Компетенции, оцениваемые в задании:

1. Применяет специализированные модули CAD-систем для автоматизации расчетов
--

Показатели оценки	Оценка/норма
Использование приложения "Валы и механические передачи"	Оценка: использование приложения. Норма: правильно выбран тип передачи, введены исходные данные, выполнены расчеты с последующей визуализацией.
2. Создает сборочные модели и оформляет рабочие чертежи	
Показатели оценки	Оценка/норма
Качество построенной сборки	Оценка: качество сборки. Норма: модель содержит все элементы передачи, выполнена с учетом посадок и взаимодействия деталей.
Оформление чертежей	Оценка: качество чертежей. Норма: чертежи оформлены по ЕСКД, содержат все необходимые виды, сечения и надписи.
3. Грамотно использует информационные технологии в инженерной практике	
Эффективность использования CAD-программы	Оценка: эффективность использования программного обеспечения. Норма: работа выполнена за оптимальное время, с минимальными ошибками и доработками.

Вариант 3: Разработка автоматизированного способа построения твердотельной модели используя API Компас-3D

Описание разработки:

Студент должен реализовать скрипт на языке Python с использованием API КОМПАС-3D, который автоматически строит параметрическую модель детали или сборки на основе заданных входных данных.

Компетенции, оцениваемые в задании:

1. Применяет программирование в CAD-системах для автоматизации процессов
--

Показатели оценки	Оценка/норма
Написание и запуск скрипта через API КОМПАС-3D	Оценка: написание и запуск скрипта Норма: модель строится корректно, поддерживает изменение параметров, интерфейс пользователя (если есть) работает без ошибок.
2. Обладает навыками алгоритмического мышления и программирования	
Показатели оценки	Оценка/норма
Структура кода и читаемость	Оценка: структура кода, читаемость, логичность. Норма: код соответствует стандартам написания, содержит комментарии, имеет понятную структуру.
3. Интегрирует CAD-приложения с внешними системами	
Импорт/экспорт данных	Оценка: возможность импорта/экспорта данных. Норма: программа может считывать параметры из файла или интерфейса и выводить результаты в файл или CAD-интерфейс.

Вариант 4: Создание чертежа с использованием API Компас 3D

Описание разработки:

Студент должен создать программу, которая автоматически формирует чертеж детали или сборки в КОМПАС-3D по заданным параметрам, используя API системы.

Компетенции, оцениваемые в задании:

1. Применяет программирование в CAD-системах для автоматизации чертежных работ	
Показатели оценки	Оценка/норма
Автоматическое создание чертежей	Оценка: автоматическое создание

	чертежей. Норма: чертеж соответствует требованиям ЕСКД, содержит необходимые виды, сечения, надписи и параметры.
2. Обладает навыками работы с графическими примитивами и объектами чертежа	
Показатели оценки	Оценка/норма
Корректное использование графических команд АРІ	Оценка: корректное использование графических команд. Норма: чертеж содержит все требуемые элементы, оформлен аккуратно и точно
3. Создает удобные пользовательские интерфейсы и отчеты	
Наличие формы ввода данных или отчета	Оценка: наличие интерфейса или отчета. Норма: интерфейс позволяет задать параметры, после чего автоматически создается чертеж.

Вариант 5. Разработка управляющей программы для обработки плоскости и паза в заготовке призматической формы

Описание задания:

Студент должен разработать управляющую программу (G-код) для фрезерной обработки плоскости и паза на станке с ЧПУ, используя САМ-модуль КОМПАС-3D или внешний САМ-пакет SprutCAM. Программа должна быть проверена на корректность путем симуляции обработки.

Компетенции, оцениваемые в задании:

1. . Применяет САМ-технологии для разработки управляющих программ	
Показатели оценки	Оценка/норма
Создание и корректность G-кода	Оценка: создание и корректность G-кода

	Норма: программа содержит правильные траектории движения инструмента, параметры скоростей и подач.
2. Проводит симуляцию и верификацию обработки	
Показатели оценки	Оценка/норма
Проверка пути инструмента	Оценка: выполнение проверки пути инструмента. Норма: нет столкновений, обработка соответствует чертежу, время обработки оптимально.

Эти темы могут быть адаптированы в зависимости от интересов студентов и специфики их обучения. Обучающимся предоставляется право самостоятельно определить тему ИАР. Приветствуется выбор темы итогового проекта, связанный с профессиональной деятельностью студента по основному направлению подготовки или специальности.

Структура и содержание итоговой аттестационной работы

Задачи итоговой аттестационной работы должны иметь практическое значение. Во введении ИАР должна быть обоснована актуальность работы и сущность исследуемой проблемы, раскрыты цель, задачи, объект и предмет проектирования (разработки), методы выполнения проектирования (разработки). Как правило, ИАР состоит из 3 разделов (глав).

Глава 1 содержит обзор литературы по теме работы, в котором должны быть освещены различные точки зрения по затронутым в работе вопросам и обязательно сформулировано авторское отношение к ним, характеристика объекта и предмета разработки.

Глава 2 содержит характеристику методов выполнения работы, а также техническое задание на разработку программного продукта, включая перечень функций и возможностей, которые должен выполнять продукт, описание пользовательских сценариев и требований к интерфейсу, нефункциональные требования, этапы разработки и сроки их выполнения, описание методов и подходов к тестированию.

Глава 3 содержит характеристику результатов выполнения работы и их интерпретацию. В третьей главе студенту необходимо привести значимые участки программного кода, а также продемонстрировать визуально сценарии работы пользователя с программным продуктом.

В заключении формулируются конкретные выводы по работе и предложения по их реализации.

Этапы выполнения ИАР задаются графиком выполнения и контролируются руководителем. Примерный список основных этапов выполнения проекта представлен ниже:

1. Выбор темы ИАР. В начале обучения за студентом закрепляется руководитель итоговой работы, который прорабатывает тему. При выборе темы итогового проекта берется во внимание вопросы, связанные с профессиональной деятельностью студента по основному направлению подготовки или специальности.
2. Формулировка цели и задач ИАР работы. Обоснование актуальности выбранного направления работы.
3. Поиск аналогичных решений, формирование концепции предлагаемых подходов, методов.
4. Выбор программного, технического и иных видов обеспечений для достижения цели и решения задач ИАР.
5. Разработка технической документации и /или программной реализации средств автоматизации расчета и построения.
6. Формирование итоговой аттестационной работы.
7. Представление ИАР аттестационной комиссии.

Критерии оценивания итоговой аттестационной работы

Оценка «отлично» ставится, если слушатель демонстрирует глубокое и систематическое знание всего материала, логически последовательно, четко и исчерпывающе излагает материал ИАР, не затрудняется при ответе на задаваемые вопросы, правильно обосновывает принятые в ИАР решения, демонстрирует свободное владение научным языком и терминологией соответствующей научной области.

Оценка «хорошо» ставится, если слушатель показывает знание всего материала, свободно излагает материал ИАР, принятые решения в представленной ИАР достаточно обоснованы, но присутствуют неточности в проведенных расчетах. Слушатель демонстрирует владение научным языком и терминологией соответствующей научной области, но испытывает затруднения с ответом на некоторые вопросы аттестационной комиссии.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если слушатель имеет фрагментарные знания материала, изложенного в ИАР, но показывает знания важнейших разделов теоретического курса, применительно к теме ИАР, без знания деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении материала ИАР, испытывает затруднения при ответах на вопросы аттестационной комиссии.

Итоговая аттестационная работа защищается в синхронном формате перед аттестационной комиссией; работа представляется с помощью устного доклада и демонстрации презентации.

Защита итоговой аттестационной работы является обязательной.

По результатам защиты ИАР аттестационная комиссия принимает решение о присвоении слушателям по результатам освоения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки квалификации «Специалист систем проектирования. CAD/CAM-системы в машиностроении», о предоставлении права заниматься профессиональной деятельностью в сфере проектирования технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий и выдаче диплома о профессиональной переподготовке.

V. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«CAD/CAM-системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования»

1. Аннотация

В рамках дисциплины «CAD/CAM-системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования» слушатели освоят основы конструирования, моделирования и расчетов в CAD среде Компас-3D для решения конкретных задач.

В рамках дисциплины студенты изучают следующие темы: введение в конструирование, 3D-моделирование для построения моделей деталей и сборок различной сложности, основы прочностных расчетов.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения по данной дисциплине слушатели будут способны:

РО1. Использовать специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.

РО2. Создавать геометрические модели с помощью программ 3D-моделирования.

РО3. Создавать расчётные модели с использованием специальных программных средств.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 1. CAD/CAM-системы КОМПАС-3D для проектирования 3D-моделей, расчётов и конструирования (120 часов)			

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
1.1. Введение в конструирование (13 ч.)	Основы конструирования деталей машин (2 ч.)	Применение основных приемов конструирования для деталей машин (1 ч.)	Изучение основных приемов конструирования деталей машин (3 ч.)
	Особенности конструирования деталей машин, работающих при циклической нагрузке (2 ч.)	Изучение основных приемов конструирования деталей машин, работающих при циклической нагрузке (1 ч.)	Изучение критериев, влияющих на прочность деталей машин, работающих при циклической нагрузке (3 ч.)
1.2. 3D-моделирование для построения моделей деталей и сборок различной сложности (64 ч.)	Построение 3D-моделей деталей в виде призматической формы в CAD среде Компас-3D (2 ч.)	Построение 3D-моделей деталей призматической формы методами выдавливания (4 ч.)	Изучение основных элементов моделирования призматических деталей (4 ч.)
	Построение 3D-моделей деталей в виде тел вращения в CAD среде Компас-3D (2 ч.)	Построение 3D-моделей вала, вал- шестерни и зубчатого колеса (4 ч.)	Изучение основных элементов моделирования деталей вращения (6 ч.)
	Построение 3D-моделей сборок в CAD среде Компас-3D средней сложности (2 ч.)	Построение 3D-моделей сборок простых механизмов (4 ч.)	Изучение основных элементов моделирования простых сборок (6 ч.)
	2.4. Построение 3D-моделей сборок в CAD среде Компас 3D высокой сложности (4 ч.)	Построение 3D-моделей сборок сложных механизмов (4 ч.)	Изучение основных элементов моделирования сложных сборок (6 ч.)
	Построение чертежей деталей и сборочных чертежей средней сложности по 3D-моделям в CAD среде Компас-3D (2 ч.)	Создание чертежей деталей и сборочных чертежей средней сложности по выполненным 3D-моделям (4ч.)	Изучение ЕСКД на оформление рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей средней сложности (6 ч.)
	Построение чертежей деталей и сборочных чертежей высокой сложности по 3D-моделям в CAD среде Компас-3D (2 ч.)	Создание чертежей деталей и сборочных чертежей высокой сложности по выполненным 3D-моделям (4 ч.)	Изучение ЕСКД на оформление рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей высокой сложности (6 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	Создание технической документации (2 ч.)	Создание спецификации для сборочных чертежей средней и высокой сложности (4 ч.)	Изучение специальной технической документации (6 ч.)
1.3. Основы прочностных расчетов в CAD FEM Компас-3D (13 ч.)	Краткие сведения из истории развития науки о деталях машин. Критерии работоспособности деталей машин (2 ч.)	Расчет зубчатых передач на контактную прочность в (2 ч.). Расчет вала на прочность при изгибе и кручении в CAD FEM Компас-3D (2ч.). Частотный анализ вала в (2 ч.). Расчет шпоночных и шлицевых соединений (2 ч.). Расчет резьбовых соединений (4 ч.)	Изучение методики работы в CAD FEM Компас-3D (4 ч.)

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиоколонками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, CAD система Компас-3D, текстовый редактор. Операционная система: Windows 2010 SP1 (Standard и выше, с ограничениями).

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по дисциплине (учебно-тематический план, интерактивный график работы по дисциплине, сведения о результатах обучения, чат для объявлений и вопросов преподавателю), текстовые материалы к лекциям, практические и тестовые задания, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

1. Исупова И.В. Основы конструирования деталей машин: учеб. пособие / И.В. Исупова, В.П. Скворцов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный ин-т ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2014. – 33 с.
2. Детали машин и основы конструирования: курс лекций / Е.П. Устиновский, Е.В. Вайчулис; под ред. Е.П. Устиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 220 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials.

4. Оценка качества освоения дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям 40 %;
- практические задания составляют 60 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Примеры тестовых заданий

Пример тестового задания по типу «Множественный выбор»

1. Какие размеры проставляются на сборочном чертеже?
 - а) габаритные размеры;
 - б) присоединительные размеры;
 - в) установочные размеры.

Пример тестового задания по типу «Верно/Неверно»

Верно ли, что спецификация — это конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта?

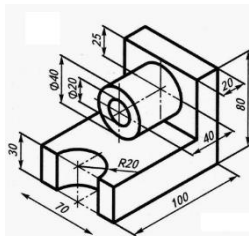
а) верно;

б) не верно.

Типовое практическое задание

Тема «Построение 3D моделей деталей призматической формы методами выдавливания»

Создать 3D-модель детали призматической формы, изображенной на рисунке:



Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерии	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

«Автоматизация конструкторской разработки»

1. Аннотация

В рамках дисциплины «Автоматизированные способы получения изделий с заданным качеством» слушатели программы переподготовки освоят основные способы формообразования, познакомятся с принципами обеспечения точности при обработке на технологическом оборудовании.

В рамках дисциплины студенты изучают следующие темы: формообразование, размерный анализ, подбор и рациональный выбор технологического оборудования, методы аддитивных технологий создания изделий, способы управления и настройки исполнительных механизмов технологического оборудования, методы автоматизации при работе в программном обеспечении Компас-3D.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения по данной дисциплине слушатели будут способны:

РО4. Назначать способы получения изделий с заданной точностью.

РО5. Автоматизировать процесс построения моделей и выполнения чертежей с использованием API Kompas-3D.

РО6. Разрабатывать управляющие программы в САМ-средах.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 2. Автоматизация конструкторской разработки (60 часов)			
2.1. Кинематический расчет механического привода (10 ч.)	Методика проектирования механического привода (2 ч.)	Определение основных параметров привода (2 ч.) Подбор основных элементов привода (2 ч.)	Предложить вариант проектируемого привода из условия минимизации габаритно-массовых характеристик, используя аналоги (2 ч.)
2.2. Расчет и автоматизация построения зубчатых передач (12 ч.)	Основы расчета зубчатых передач (2 ч.)	Расчет зубчатых передач с проверкой на контактную и изгибную прочность (2 ч.)	Представить вариант расчета зубчатой передачи согласно заданию (3 ч.)
	Автоматизация построения зубчатых передач в САД программе Компас-3D	Автоматизированное построение зубчатых и червячных передач, используя приложение	Согласно заданию, выполнить расчет и построение 3D модели зубчатой

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	(2 ч.)	Компас “Валы и механические передачи” (2 ч.)	передачи (3 ч.)
2.3 Расчет и автоматизация построения передач с гибкой связью (14 ч.)	Основы расчета передач гибкой связью (2 ч.)	Расчет передач гибкой связью (2 ч.)	Представить вариант расчета гибкой связью согласно заданию (3 ч.)
	Автоматизация построения передач гибкой связью в CAD программе Компас-3D (2 ч.)	Автоматизированное построение передач гибкой связью, используя приложение Компас Gears (2 ч.)	Согласно заданию, выполнить расчет и построение 3D модели передачи гибкой связью (3 ч.)
2.4 Использование API при написании программ для автоматического создания трехмерных моделей в КОМПАС-3D (24 ч.)	Знакомство с технологией API. Типы API. Базовые функции API Компас-3D (4 ч.)	Методика работы с API Компас-3D, команды, подготавливаются параметры создаваемого документа. (4 ч.)	Создание программы с использованием VCL Forms Application для автоматического создания трехмерной модели вала в КОМПАС-3D (12 ч.)
		Разработка программ с использованием VCL Forms Application для автоматического создания типовых трехмерных моделей в КОМПАС-3D (4 ч.)	

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном

и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): КОМПАС-3D, библиотека компонентов для визуальной разработки VCL form Application.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по дисциплине (учебно-тематический план, интерактивный график работы по дисциплине, сведения о результатах обучения, чат для объявлений и вопросов преподавателю), текстовые материалы к лекциям, практические и тестовые задания, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

1. Никонов В.В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2019.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

2. Норсеев С. А. Разработка приложений под КОМПАС в Delphi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://norseev.ru/download/develop-kompas-applications-on-delphi/>
3. Компас-3D Invisible [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kompas.ru/solutions/developers/kompas-invisible/>.

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям 40 %;
- практические задания составляют 60 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Примеры тестовых заданий

Пример тестового задания по типу «Множественный выбор»

1. Какие параметры необходимы для определения крутящего момента?

- а) угловая скорость;
- б) мощность;
- в) ускорение;

Пример тестового задания по типу «Верно/неверно»

2. Верно ли, зубчатая передача является передачей с гибкой связью?

- а) да;
- б) нет.

Примерные темы заданий

1. По предложенной схеме привода выполнить кинематический расчет.
2. Рассчитать зубчатую передачу, используя результаты кинематического расчета.
3. Построить твердотельную модель зубчатой передачи, используя модуль “Валы и механические передачи”.
4. Создать программу для автоматического создания трехмерной модели вала в КОМПАС-3D с использованием VCL Forms Application .

Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерии	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Автоматизированное проектирование технологических процессов»

1. Аннотация

В рамках дисциплины «Автоматизированное проектирование технологических процессов» слушатели познакомятся с основными принципами формирования цифровых компетенций в области сквозной технологии управления процессами жизненного цикла изделия на этапе технологической подготовки производства, применяемой на промышленных предприятиях машиностроительного сектора с целью повышения уровня владения цифровыми инструментами выпускников профильных специальностей.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения на данной дисциплине слушатели будут способны:

РО7. Разрабатывает перспективные технологические процессы по машиностроительным изделиям и осуществляет их технологическую подготовку производства с внедрением CAD/CAM-систем, используя «сквозные» цифровые технологии.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование лабораторных работ (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов (36 часов)				
3.1 Технологическое оборудование машиностроительных производств, основы формообразования и режущий инструмент. (18 ч.)	Системное представление функций технологической подготовки производства (4 ч.)	Разработка дерева конструкторско-технологических элементов детали (4 ч.)	Создание связей КТЭ, планов обработки, СТО (2 ч.)	Содержание технологической подготовки производства. Изучение теоретических материалов (8 ч.)
3.2	Введение в САМ-системы. Создание управляющих программ для станков с ЧПУ при помощи САМ-систем (2 ч.)	Основы работы в САМ-средах при разработке управляющих программ (2 ч.). Алгоритм разработки управляющих программ в среде ADEM CAM для Компас-3D (2 ч.).	Создание управляющих программ типовых трехмерных моделей в САМ-системе для станков с ЧПУ ADEM Компас-3D (2 ч.)	

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование лабораторных работ (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
		Генерирование NC-файла. Структура программы, написанной на G-Code (2 ч.)		

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): КОМПАС-3D, САМ-система для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ SprutCAM. Операционная система: Windows 2010 R2 SP1 (Standard и выше, с ограничениями) и новее, 32 и 64-разрядные.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по дисциплине (учебно-тематический план, интерактивный график работы по дисциплине, сведения о результатах обучения, чат для объявлений и вопросов преподавателю), текстовые материалы к лекциям, практические и тестовые задания, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

1. Ганин Н. Проектирование в системе КОМПАС-3D V11. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 776 с.
2. Зиновьев Д. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. – 2-е изд. / под ред. М.И. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 232 с.
3. Никонов В.В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2019.
4. Низкоуровневое программирование станков с ЧПУ. Низкоуровневое программирование стоек управления: учеб.-метод. пособие для лаб. занятий [для студентов напр. подг. 15.03.05.62]

«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»] / Сиб. федер. ун-т, Политехн. ин-т ; сост.: Е.А. Спирин, Я.Ю. Пикалов. – Красноярск: СФУ, 2015

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://ascon.ru/source/info_materials/2018/04/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-3D.pdf.

2. Видеокурс «Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/training/>.

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям 30 %;
- практические задания составляют 70 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Примеры тестовых заданий

Пример тестового задания по типу «Множественный выбор»

1. Что означает строка G54, написанная на G-Code?

- а) ускоренное перемещение;
- б) выбрать абсолютное позиционирование;
- в) выбрать нулевую точку № 1;

Пример тестового задания по типу «Верно/неверно»

2. Верно ли, что строка G00, написанная на G-Code, означает ускоренное перемещение (позиционирование), которое необходимо для быстрого перемещения инструмента к позиции обработки или безопасной позиции?

- а) да;
- б) нет.

Типовое практическое задание

Тема «Создание управляющей программы»

Дано изображение детали в трех проекциях. Опишите программно траекторию движения инструмента для обработки одного из замкнутых контуров одной из плоскостей.

Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерии	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СТАЖИРОВКИ

1. Аннотация

Основной задачей стажировки слушателей программы является закрепление в практической деятельности профессиональных компетенций, умений, навыков и знаний, полученных в ходе обучения, а также приобретение необходимых умений и практического опыта на конкретном рабочем месте.

Цель стажировки — приобретение слушателями программы практического опыта работы, а также освоение новых технологий, форм и методов организации труда непосредственно на рабочем месте.

Планируемые результаты:

По окончании стажировки слушатели будут способны применять методы создания технологий построения геометрических моделей, навыки работы в автоматизированной среде разработки и расчёта, а также технологических процессов для достижения качества получаемых изделий в машиностроении:

РО1. Использовать специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.

РО2. Создавать геометрические модели с помощью программ 3D-моделирования.

РО3. Создавать расчётные модели с использованием специальных программных средств.

РО4. Назначать способы получения изделий с заданной точностью.

РО5. Создавать программы с использованием API Kompas 3D.

РО6. Разрабатывать управляющие программы в САМ-средах.

РО7. Разрабатывает перспективные технологические процессы по машиностроительным изделиям и осуществляет их технологическую подготовку производства с внедрением CAD/CAM-систем, используя «сквозные» цифровые технологии.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Стажировка (16 часов)			
1. Общие вопросы (ознакомление с предприятием)		Ознакомление со структурой производства и составом технологического оборудования (2 ч.)	
2. Практическая часть стажировки		Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ. (10 ч.)	

3. Подготовка отчетной документации			Составление отчета (4 ч.)
-------------------------------------	--	--	---------------------------

Содержание стажировки включает следующие этапы:

1. Знакомство с работодателями и презентация компаний: на этом этапе представители компаний расскажут о своих организациях, сферах деятельности и специфике задач, которые они решают в области машиностроения. Участники смогут задать вопросы и узнать о реальных потребностях бизнеса.

2. Обсуждение реальных кейсов: представители работодателей представят конкретные примеры задач, которые требуют автоматизации.

3. Выполнение проектных заданий

Каждый участник выбирает одно или несколько заданий из сформированного списка задач предприятия.

Участники работают над проектом, который включает в себя:

- определение состава оборудования для решения выбранной задачи;
- разработка управляющей программы для станка с программным управлением.

4. Обратная связь и доработка проектов: участники получают обратную связь от представителя работодателя и наставников по своим проектам.

Содержание стажировки закрепляется индивидуальным планом прохождения стажировки (Приложение 1).

Продолжительность стажировки — 16 часов.

Стажировка носит индивидуальный или групповой характер.

3. Условия реализации программы стажировки

Организационные и педагогические условия реализации программы

Обучение по программе стажировки реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Материал практических занятий представляется в виде синхронных занятий, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин.

Стажировка проводится под руководством назначенного руководителя из числа профессорско-преподавательского состава Университета, а также руководителя из состава организации, структурных подразделениях организации, материально-техническое обеспечение которой соответствует профилю программы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

По данному модулю используется электронный учебно-методический комплекс. УМК предполагает использование разных типов материалов,

сопровождающих учебный процесс, включая информационные, обучающие и контролирующие материалы. На платформе электронных курсов размещаются задания, приводится перечень необходимых для изучения материалов. Обучающиеся могут на протяжении прохождения стажировки обращаться к теоретической базе знаний.

4. Оценка качества освоения программы стажировки (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

В качестве подтверждения прохождения стажировки на базе предприятий, организаций, учреждений, для зачета результатов обучения предъявляется дневник прохождения практики (Приложение 2) *(отчет в виде дневника прохождения стажировки)*.

Программу составили:

Доцент, заведующий
кафедрой конструкторско-технологического
проектирования машиностроительных производств
Политехнического института СФУ



М.В. Брунгардт

доцент кафедры конструкторско-технологического
проектирования машиностроительных производств
Политехнического института СФУ



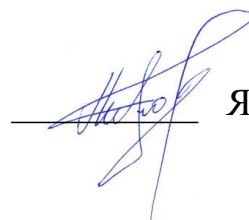
Е.В. Брюховецкая

Ст. преподаватель кафедры конструкторско-технологического
проектирования машиностроительных производств
Политехнического института СФУ



А.Н. Щепин

Ведущий инженер-программист оборудования
АО НПП Радиосвязь



Я.Ю. Пикалов

Руководитель программы:

Доцент, заведующий
кафедрой конструкторско-технологического
проектирования машиностроительных производств
Политехнического института СФУ



М.В. Брунгардт

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Наименование образовательной организации

Индивидуальный план слушателя, направляемого на практику

Фамилия, имя, отчество _____

Место работы и должность/статус _____

Название предприятия (организации), где проводится практика

Цель стажировки _____

Срок стажировки с «___» _____ 202 г. по «___» _____ 202 г.

План практики

№ п.п.	Перечень разрабатываемых (изучаемых) вопросов, виды работ	Количество часов	Форма отчета
1.			Дневник практики
2.			
3.			

СОГЛАСОВАНО

(должность ответственного)

(подпись)

(расшифровка подписи) лица,
направляющего на практику)

Наименование площадки

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель площадки

_____ ФИО

«_____» _____ 2022 г.

М.П.

ДНЕВНИК
прохождения практики

_____,
(фамилия, имя, отчество)

проходящего обучение в рамках дополнительной профессиональной программе переподготовки «Python в производстве: автоматизация и аналитика»

Цель практики:

Руководители практики (от организации): _____
(должность) (ФИО)

1. Дневник

Дата	Выполняемая работа	Вопросы для консультантов и руководителей практики

2. Краткий отчет о практике

3. Заключение руководителя практики от принимающей организации

Руководитель практики

(подпись)

(расшифровка подписи)