

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рыбинский государственный авиационный технический
университет имени П.А. Соловьёва»

АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ



М.п.



М.п.



М.п.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий

Специальность 15.02.09 Аддитивные технологии
Квалификация выпускника техник-технолог
Форма обучения очная
Выпускающая П(Ц)К Технологическая

Семестр	Всего (час.)	Лекции (час.)	Практич., семинар. занятия	Лаборат. занятия (час.)	Сам. работа студента (час.)	Промежуточная аттестация, (час.)	Форма промежуточного контроля (Контрольная работа (КР) Диф. зачет (ДЗ) Экзамен (Э) Экзамен по модулю (Эм))
4	42	34	6	-	2	-	КР
5	72	52	18	-	2	-	КР
6	100	64	12	-	4	12 8	Э Эм
Итого:	214	150	36	-	8	20	

Рыбинск, 2024

Рабочая программа профессионального модуля составлена в соответствии с документами:

Наименование документа	Дата утверждения
Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии	08.11.2023
Учебный план по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии	06.11.2024

Рабочая программа профессионального модуля рассмотрена и одобрена на заседании П(Ц)К Технологическая (протокол от _____ № _____)

Разработчик(и):

Преподаватель АК РГАТУ
(Должность)

_____ (подпись)

Ломанова М.В.
(И.О.Фамилия)

Председатель П(Ц)К Технологическая

_____ (подпись)

Вязниковцева Н.Ю.
(И.О.Фамилия)

Рабочая программа профессионального модуля согласована с выпускающей П(Ц)К и соответствует действующему учебному плану.

Председатель П(Ц)К Технологическая
(наименование П(Ц)К)

_____ (подпись)

Вязниковцева Н.Ю.
(И.О.Фамилия)

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общая характеристика программы профессионального модуля	4
1.1	Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	4
2	Структура и содержание профессионального модуля.....	7
2.1	Структура профессионального модуля.....	7
2.2	Тематический план и содержание профессионального модуля	8
3	Условия реализации программы профессионального модуля.....	13
3.1	Требования к материально-техническому обеспечению.....	13
3.2	Учебно-методическое и информационное обеспечение профессионального модуля.....	13
4	Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля.....	15
	Аннотация профессионального модуля.....	17

1 Общая характеристика программы профессионального модуля

ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий

1.1 Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид профессиональной деятельности «Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий» и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции:

1.1.1 Перечень общих компетенций

Код	Наименование компетенции	Показатели освоения компетенции (знания, умения)
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; оформлять результаты поиска
		Знания: номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; формат оформления результатов поиска информации

1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование компетенции	Показатели освоения компетенции (знания, умения, практический опыт)
ПК 3.1	Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства	Умения: - формировать маршрут технологического процесса; – разрабатывать и оформлять технологическую документацию; – выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства
		Знания: – требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД; – методы разработки технологических процессов и технологической документации; – причины брака, дефектов изделий
		Практический опыт: – использования конструкторской документации для проектирования маршрутного технологического процесса; – проектирования технологических маршрутов

		<p>изготовления деталей и технологических операций;</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработки технологической документации; – оформления технологической документации на операции аддитивного производства; – анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов; <p>- оценки технологичности конструкции изделия</p>
ПК 3.2.	<p>Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок</p>	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства; – выбирать схемы базирования, – подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации; – осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия; – назначать оптимальные технологические режимы; – разрабатывать управляющие программы; <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий, – влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий; – методы абразивной резки, шлифования, полирования и травления материалов, применяемых в постобработке изделий, изготовленных методами аддитивных технологий; – приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий <p>Практический опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектирования операций аддитивного производства; – разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках
ПК 3.3.	<p>Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям</p>	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать документацию стандартного изделия аддитивного производства; – анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения; – читать конструкторскую и технологическую документацию <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – система допусков и посадок; – квалитеты и параметры шероховатости;

		<ul style="list-style-type: none"> – правила чтения конструкторской и технологической документации; – требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; – критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала <p>Практический опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализа конструкторской документации на технологичность конструкции; – подготовки электронной модели для изготовления
--	--	---

2 Структура и содержание профессионального модуля

ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий

2.1 Структура профессионального модуля

Коды формируемых профессиональных и общих компетенций	Наименование МДК, практик	Всего часов	Промежуточная аттестация	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса						Практика	
				Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающихся				Самостоятельная работа обучающихся		Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов
				Всего часов	Семестр	Лекции	лабораторные и практические занятия, часов	курсовая работа (проект)	Всего, часов		
ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	МДК.03.01 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок	206	12	194	4	34	6	-	2	-	-
					5	52	18	-	2		
					6	64	12	-	4		
	Производственная практика	72	-	-						-	72
Промежуточная аттестация по модулю		8	8	-							
Всего:		286	20	194	-	150	36	-	8	-	72

2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	№ занятия	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовой проект	Объем часов	Коды формируемых компетенций
1	2	3	4	5
МДК.03.01 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок			206	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
Раздел 1 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок				
Тема 1.1. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий		Содержание учебного материала (лекции) Основные понятия и определения. Классификация аддитивных технологий. Методы аддитивного производства. Преимущества и недостатки. Этапы процесса аддитивного производства.	10	ОК 02, ПК 3.3
Тема 1.2. Качество изделий		Содержание учебного материала (лекции) Критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала. Понятие о точности. Понятие качества поверхности. Параметры шероховатости поверхности по ГОСТ. Система допусков и посадок. Квалитеты. Влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий.	10	ОК 02, ПК 3.3
Тема 1.3. Технологичность изделий		Содержание учебного материала (лекции) Технологичность конструкции изделий. Факторы, влияющие на технологичность конструкции изделий. Качественная оценка технологичности конструкции изделия Количественная оценка технологичности конструкции изделия Оценка технологичности конструкции изделия Показатели сложности конструкции изделия	12	ОК 02, ПК 3.3

		Практическое занятие №1 Оценка технологичности конструкции изделия	4	
		Практическое занятие №2 Определение количественных показателей сложности изделия аддитивного производства	2	
		Промежуточная аттестация: Контрольная работа	2	
Внеаудиторная самостоятельная работа при изучении МДК.03.01 подготовка к контрольной работе			2	
Тема 1.4. Базирование изделий		Содержание учебного материала (лекции) Понятия базирования и баз при проектировании и изготовлении изделий машиностроения Классификация баз Схемы базирования Погрешности базирования	10	ОК 02, ПК 3.2
		Практическое занятие №3 Разработка схем базирования	4	
		Практическое занятие №4 Расчет погрешности базирования	4	
Тема 1.5. Исходная информация для проектирования технологических процессов		Содержание учебного материала (лекции) Типы машиностроительных производств Понятие технологического процесса, термины и определения. Виды технологических процессов Базовая конструкторская информация. Формулировка требований к конструкции изделия аддитивного производства на основе технического задания на его разработку	10	ОК 02, ПК 3.1
Тема 1.6 Последовательность проектирования технологического процесса		Содержание учебного материала (лекции) Порядок анализа документации на проектирование стандартного изделия аддитивного производства Технологические процессы аддитивных технологий. Выбор параметров режима аддитивной технологии изготовления изделия. Факторы, влияющие на ориентацию детали. Функции поддержки детали Конструкции поддерживающих структур Технологии удаления поддерживающего материала	12	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.3
		Практическое занятие №5 Проектирование технологического процесса изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства	4	

Тема 1.7. Технологические операции		Содержание учебного материала (лекции) Понятия: операция, установ, переход Вспомогательные и контрольные операции Взаимосвязь операций и влияние их выбора на качество изделия Порядок проектирования технологических операций, включая операции аддитивного производства Особенности подготовки САD-модели изделия Составление управляющих программ для операций аддитивного производства	12	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2
		Практическое занятие №6 Разработка 3D-модели и управляющей программы для операции аддитивного производства	6	
Тема 1.8. Единые требования по оформлению документов на технологические процессы		Содержание учебного материала (лекции) Нормативные документы, ГОСТы. Единая система конструкторской документации. Единая система технологической документации. Единая система технологической подготовки производства Технологическая документация: определение, составляющие. Виды технологической документации	8	ОК 02, ПК 3.3
		Промежуточная аттестация: Контрольная работа	2	
Внеаудиторная самостоятельная работа при изучении МДК.03.01 подготовка к контрольной работе			2	
Тема 1.9. Производственный цикл		Содержание учебного материала (лекции) Производственные и операционные партии, цикл технологической операции, такт, ритм выпуска изделия Сборочные процессы. Особенности сборки, как заключительного этапа изготовления изделия Методы внедрения, производственной отладки технологических процессов, контроля за соблюдением технологической дисциплины	6	ОК 02, ПК 3.1
Тема 1.10. Контроль изделий, полученных методом аддитивных		Содержание учебного материала (лекции) Виды контроля: разрушающий и неразрушающий Требования к средствам контроля Методы неразрушающего контроля изделий Контроль качества исходных материалов	10	

технологических процессов		Разрушающий контроль. Оформление результатов контроля		
Тема 1.11. Постобработка изделий аддитивного производства		Содержание учебного материала (лекции) Основные этапы постобработки изделия Методы постобработки изделий аддитивного производства Особенности постобработки изделий после DMLS/SLM-технологий Механическая обработка изделий Последовательность разработки технологических процессов механической обработки	14	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
		Практическое занятие №7 Разработка технологического процесса механической обработки изделия аддитивного производства	6	
Тема 1.12. Основы технического нормирования		Содержание учебного материала (лекции) Техническое нормирование. Термины и определения. Задачи технического нормирования. Нормирование технологических операций изготовления несложных изделий аддитивного производства Нормы расхода технологических газов и энергии	10	ОК 02, ПК 3.2
Тема 1.13. Состав технической нормы времени		Содержание учебного материала (лекции) Структура и классификация затрат рабочего времени. Виды технически обоснованных норм времени Методика расчета вспомогательного и штучного времени Порядок определения затрат машинного времени Методы определения норматива времени на операцию Организация технико-нормативной работы на машиностроительном предприятии Определение показателя трудоемкости изделия, полученного методом аддитивных технологий Оценка затрат на изготовление несложного изделия выбранным методом аддитивных технологий. Запуск изделия в серийное производство	18	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2
		Практическое занятие №8 Определение показателя трудоемкости изделия, полученного методом аддитивных технологий		
		Практическое занятие №9 Расчет норм времени на механические	4	

	операции		
	Контрольная работа	2	
Внеаудиторная самостоятельная работа при изучении МДК.03.01 подготовка к контрольной работе		4	
Промежуточная аттестация по МДК 03.01: Экзамен		12	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
Промежуточная аттестация по ПМ.03 – Экзамен по модулю		8	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
Производственная практика ПП.03 Виды работ: 1. Ознакомление с аддитивным производством, материалами и установками 2. Ознакомление с автоматизированным рабочим местом инженера 3. Разработка 3D модели детали 4. Разработка технологического процесса изготовления изделия: оформление маршрутной карты изготовления детали, карты эскизов и операционной карты для обработки детали 5. Разработка управляющих программ в CAD/CAM системах 6. Участие во внедрении управляющих программ в аддитивное производство 7. Контроль качества готовой продукции требованиям технологической документации 8. Обобщение материала и оформление отчета по практике		72 (2 недели)	ОК 02, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
Всего		286	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1 Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация программы модуля предполагает наличие кабинета «Технология машиностроения».

Оборудование кабинета:

- автоматизированные рабочие места обучающихся (по количеству обучающихся);
- автоматизированное рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-методических материалов.

Технические средства обучения:

- компьютерная техника для обучающихся с наличием лицензионного программного обеспечения
- мультимедиапроектор;
- экран;
- локальная сеть.

Профессиональный модуль предполагает обязательную производственную практики.

3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение профессионального модуля

Основные источники:

1. Основы аддитивных технологий и производств : учебное пособие / М. А. Гейко, И. О. Леушин, А. В. Нищенков [и др.] ; под общ. ред. И. О. Леушина. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 228 с. - ISBN 978-5-9729-2025-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170557>

2. Петренко С. В. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебное издание / Петренко С. В., Малиновская К.В. - Москва : Академия, 2025. - 208 с.

3. Афанасьев, А. А. Взаимозаменяемость и нормирование точности : учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 427 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015957-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1071740>

4. Технологическая подготовка производства и экономическое обоснование внедрения технологического процесса : учебное пособие / А. А. Лукаш, Т. И. Глотова, Н. П. Малышева, О. Н. Чернышев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 152 с. - ISBN 978-5-9729-1311-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2100434>

5. Белов, П. С. САПР технологических процессов / П. С. Белов, О. Г. Драгина. - Москва : Директ-Медиа, 2019. - 150 с. - ISBN 978-5-4499-0074-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1960023>

6. Виноградов, В. М. Технологические процессы автоматизированных производств : учебник для студентов высших учебных заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепяхин, В.В. Клепиков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2025. — 272 с. — (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-69-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157863>

Интернет-ресурсы, электронные библиотечные, информационно-справочные системы:

1. <http://www.biblioclub.ru> – электронная библиотека
2. <http://www.znanium.ru> – электронная библиотека
3. <https://www.youtube.com> – видеоролики о работе оборудования с ЧПУ
4. <https://vunivere.ru/work13184>

Программное обеспечение модуля: ОС Windows, Компас 3D, система автоматизированного проектирования техпроцессов, интегрированное офисное приложение, включающее текстовый редактор, программу разработки презентаций и электронные таблицы.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Контроль освоения модуля и оценивание уровня учебных достижений обучающегося осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости, предварительной и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль и аттестация студентов по модулю производится в соответствии с календарным учебным графиком в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по МДК, в следующих формах:

КР – контрольная работа,

ВДР – внутренняя диагностическая работа.

Промежуточный контроль по модулю по результатам семестра изучения проходит в форме экзамена по модулю. Промежуточный контроль для МДК.03.01 в 4 и 5 семестрах проходит в форме контрольной работы, в 6 семестре – в форме экзамена, для ПП.03 в форме дифференцированного зачета комплексного.

АННОТАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий

Цикл «профессиональные модули»

Специальность 15.02.09 Аддитивные технологии

Цель освоения профессионального модуля – сформировать у студентов знания и умения, необходимые для формирования общих и профессиональных компетенций, указанных во ФГОС СПО по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- использования конструкторской документации для проектирования маршрутного технологического процесса;
- проектирования технологических маршрутов изготовления деталей и технологических операций;
- разработки технологической документации;
- оформления технологической документации на операции аддитивного производства;
- анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;
- оценки технологичности конструкции изделия;
- проектирования операций аддитивного производства;
- разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках;
- анализа конструкторской документации на технологичность конструкции;
- подготовки электронной модели для изготовления

уметь:

- формировать маршрут технологического процесса;
- разрабатывать и оформлять технологическую документацию;
- выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства;
- проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства;
- выбирать схемы базирования;
- подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации;
- осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия;
- назначать оптимальные технологические режимы;
- разрабатывать управляющие программы;
- анализировать документацию стандартного изделия аддитивного производства;
- анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения;
- читать конструкторскую и технологическую документацию;
- определять задачи для поиска информации;
- определять необходимые источники информации;
- планировать процесс поиска;

– оформлять результаты поиска

знать:

- номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- формат оформления результатов поиска информации
- требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД;
- методы разработки технологических процессов и технологической документации;
- причины брака, дефектов изделий
- основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий,
 - влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий;
 - методы абразивной резки, шлифования, полирования и травления материалов, применяемых в постобработке изделий, изготовленных методами аддитивных технологий;
 - приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий
 - система допусков и посадок;
 - качества и параметры шероховатости;
 - правила чтения конструкторской и технологической документации;
 - требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
 - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий

Общая трудоемкость модуля 286 часа, в том числе **186** часов аудиторной нагрузки, **8** часов самостоятельной работы, **72** часа практики и **20** часов - промежуточная аттестация.

Основное содержание модуля

МДК 03.01 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок

Раздел 1 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок

Тема 1.1. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий

Тема 1.2. Качество изделий

Тема 1.3. Технологичность изделий

Тема 1.4. Базирование изделий

Тема 1.5. Исходная информация для проектирования технологических процессов

Тема 1.6. Последовательность проектирования технологического процесса

Тема 1.7. Технологические операции

Тема 1.8. Единые требования по оформлению документов на технологические процессы

Тема 1.9. Производственный цикл

Тема 1.10. Контроль изделий, полученных методом аддитивных технологических процессов

Тема 1.11. Постобработка изделий аддитивного производства

Тема 1.12. Основы технического нормирования

Тема 1.13. Состав технической нормы времени

Производственная практика