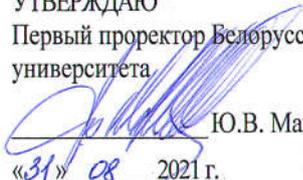


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин
«31» 08 2021 г.

Регистрационный № УД-150406/Б.р.В.4/р

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА
СТАНКАХ С ЧПУ**

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника

Квалификация Магистр

	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Курс	1	2
Семестр	2	3
Лекции, часы	18	4
Лабораторные занятия, часы	54	10
Экзамен, семестр	2	3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	72	14
Самостоятельная работа, часы	108	166
Всего часов / зачетных единиц	180/5	

Кафедра-разработчик программы: **ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**
(название кафедры)

Составитель: **А.М. Федоренко, канд. техн. наук, доцент**
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденным приказом № 1023 от 14.08.2020 г., учебным планом рег. № 150406-2, утвержденным 30.08.2021 г., учебным планом рег. № 150406-2/з, утвержденным 30.08.2021 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой Технология машиностроения
(название кафедры)
«30» августа 2021 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«30» августа 2021 г., протокол № 1.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Михаил Михайлович Кожевников, заведующий кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Могилевский государственный университет продовольствия», кандидат технических наук, доцент
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 Е.Н. Киселева

Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые навыки составления управляющих программ и наладки станков с ЧПУ на обработку сложных поверхностей.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- технологические возможности различных групп станков с ЧПУ;
- особенности проектирования технологических процессов обработки с использованием станков с ЧПУ сложных поверхностей;

уметь:

- разрабатывать управляющие программы обработки сложных поверхностей на станках с ЧПУ;
- рационально использовать возможности оборудования с ЧПУ;
- выполнять нормирование операций осуществляемых на оборудовании с ЧПУ;

владеть:

- особенностями проектирования операций обработки сложных поверхностей на станках и станочных комплексах с ЧПУ;
- навыками разработки текста управляющих программ по обработке сложных поверхностей.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули), (часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений)».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Научные и инженерные методы в мехатронике и робототехнике
- Современные методы управления в робототехнике и мехатронике
- Информационные системы в робототехнике.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Исследование и моделирование мехатронных и робототехнических систем.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных, лабораторных занятиях будут применены при прохождении, преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых	Наименования формируемых компетенций
------------------	--------------------------------------

компетенций	
ПК-6	Способен разрабатывать архитектуру гибких производственных систем в машиностроении

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Программирование токарной обработки поверхностей	Устройство и технологические возможности автоматизированного оборудования для токарной обработки. Особенности конструкции и технологические возможности при обработке сложных поверхностей. Программирование токарной обработки сложных поверхностей.	ПК-6
2	Проектирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ	Базирование и способы установки заготовок. Режущий инструмент для обработки отверстий. Выбор маршрута обработки отверстий. Обработка системы отверстий. Программирование обработки отверстий на станках типа ОЦ. Технологические циклы обработки отверстий. Примеры управляющих программ.	ПК-6
3	Программирование фрезерной обработки поверхностей	Устройство и технологические возможности автоматизированного оборудования для фрезерной обработки. Особенности конструкции и технологические возможности при обработке сложных поверхностей. Программирование фрезерной обработки сложных поверхностей.	ПК-6
4	Проектирование обработки на многоцелевых станках с ЧПУ	Типовая последовательность обработки поверхностей корпусных деталей. Технологические возможности. Режущий инструмент для обработки поверхностей фрезерованием. Режущий инструмент для обработки отверстий. Особенности построения переходов. Применение СОЖ. Выбор маршрута обработки отверстий. Обработка системы отверстий. Программирование обработки отверстий на станках типа ОЦ. Технологические циклы обработки отверстий. Примеры управляющих программ.	ПК-6
5	Программирование шлифовальной обработки плоских поверхностей	Устройство и технологические возможности автоматизированного оборудования для абразивной обработки. Особенности конструкции и технологические возможности при обработке сложных поверхностей. Программирование абразивной обработки сложных поверхностей.	ПК-6
6	Электроэрозионная обработка поверхностей	Устройство и технологические возможности автоматизированного оборудования для электроэрозионной обработки. Особенности конструкции и технологические возможности при обработке сложных поверхностей.	ПК-6
7	Модификация системы координат	Фрейм. Определение и использование временных начальных точек. Зеркальная обработка. Поворот плоскости. Масштабирование. Меры безопасности. Примеры использования в обработке заготовок.	ПК-6

8	Программирование с использованием переменных	Идентификаторы. Переменные. Виды переменных. Вычисления в программе. Управляющие структуры. Повторение части программы. Выполнение части программы. Переходы внутри программы. Повторы внутри программы. Передача параметров. Макросы. Примеры управляющих программ.	ПК-6
9	Токарная многоцелевая обработка	Работа с несколькими шпинделями. Управление шпинделем. трансформация системы координат. Обработка на торце. Обработка на периферии. Примеры управляющих программ.	ПК-6

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

2.2.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины дневной формы обучения

№ недели	Лекции (наименование тем)	Практические (семинарские) занятия			Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
		Часы	Часы	Часы					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1									
1	1. Программирование токарной обработки поверхностей	2			Лаб. р. 1. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Разработка текста управляющей программы	2	6	ЗЛР	2
2					Лаб. р. 2. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Наладка станка на обработку	4	6	ЗЛР	2
3	2. Проектирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ	2			Лаб. р. 3. Программирование и отладка программ токарной обработки. Трансформация системы координат.	2	6	ЗЛР	2
4					Лаб. р. 4. Программирование обработки сложных поверхностей на фрезерных станках с ЧПУ. Разработка текста управляющей программы	4	6	ЗЛР	2
5	3. Программирование фрезерной обработки поверхностей	2			Лаб. р. 5. Программирование обработки сложных поверхностей на фрезерных станках с ЧПУ. Наладка станка на обработку	2	6	ЗЛР	2
6					Лаб. р. 6. Программирование и отладка программ фрезерной обработки. Трансформация системы координат.	4	6	ЗЛР	2
7	4. Проектирование обработки на многоцелевых станках с ЧПУ	2			Лаб. р. 7. Станок плоскопрофилешлифовальный с прямоугольным столом с ЧПУ модели ОРША-60120. Основные узлы и особенности	2	6	ЗЛР	2
8					Лаб. р. 8. Станок плоскопрофилешлифовальный с прямоугольным столом с ЧПУ модели ОРША-60120. Наладка станка для	4	6	ЗЛР	2

				плоского шлифования детали				
9	5. Программирование шлифовальной обработки плоских поверхностей	2		Лаб. р. 9. Программирование и отладка программ шлифовальной обработки. Применение технологических циклов	2	6	ЗЛР КР ПКУ	2 12 30
Модуль 2								
10				Лаб. р. 10. Полуавтомат зубофрезерный модели GBCN-332 CNC26. Основные узлы и их особенности	4	6	ЗЛР	2
11	6. Электроэрозионная обработка поверхностей	2		Лаб. р. 11. Полуавтомат зубофрезерный модели GBCN-332 CNC26. Настройка станка для зубофрезерования зубчатого колеса	2	6	ЗЛР	2
12				Лаб. р. 12. Обработка поверхностей на электроэрозионном копировально-прошивном станке D7135 ZNC	4	6	ЗЛР	2
13	7. Модификация системы координат	2		Лаб. р. 13. Применение проволочно-вырезного станка DK7725 для формирования сложных поверхностей деталей	2	6	ЗЛР	2
14				Лаб. р. 14. Станок зубошлифовальный с ЧПУ модели SMG405GF3-09. Основные узлы и особенности	4	6	ЗЛР	2
15	8. Программирование с использованием переменных	2		Лаб. р. 15. Станок зубошлифовальный с ЧПУ модели SMG405GF3-09. Настройка станка для плоского шлифования детали	2	6	ЗЛР	2
16				Лаб. р. 16. Аддитивные технологии. Применение 3D – принтеров для формирования деталей.	4	6	ЗЛР	2
17	9. Токарная многоцелевая обработка	2		Лаб. р. 17. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Многоцелевая обработка	2	6	ЗЛР	2
18				Лаб. р. 18. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Параллельная обработка	4	6	ЗЛР КР ПКУ ПА* (Экзамен)	2 12 30 40
	Итого	18			54	108		

Принятые обозначения:

ЗЛР – Защита лабораторной работы

КР – контрольная работа;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – текущая аттестации.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен, дифференцированный зачет

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины заочной формы обучения

Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Форма контроля знаний
1. Программирование токарной обработки поверхностей	2			Лаб. р. 1. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Разработка текста управляющей программы	2	ЗЛР
2. Токарная многоцелевая обработка	2			Лаб. р. 2. Программирование обработки сложных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Наладка станка на обработку	4	ЗЛР
				Лаб. р. 4. Программирование обработки сложных поверхностей на фрезерных станках с ЧПУ. Разработка текста управляющей программы	4	ЗЛР ПА (зачет))
Итого	4				10	

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные			1-18	54
1	Мультимедиа	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9			18
	ИТОГО	18		54	72

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Задания для проведения контрольных работ	2
2	Вопросы к защите лабораторных работ	18
3	Вопросы к экзамену	1
4	Экзаменационные билеты	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения**
ПК-6 Способен разрабатывать архитектуру гибких производственных систем в машиностроении			
ИПК-6.4 Способен разрабатывать управляющие программы для обработки деталей в условиях гибких производственных систем			
1	Пороговый уровень	Знает технологические возможности станков с ЧПУ. Понимает текст управляющей программы	Понимает программы с использованием G-кода для токарных, фрезерных, сверлильных станков.
2	Продвинутый уровень	Применяет знания при самостоятельной разработки управляющих программ. Анализирует результаты использования при обработке управляющих программ.	Разработка управляющих программ для сложного технологического оборудования
3	Высокий уровень	Синтезирует управляющие программы с использованием переменных, циклов, подпрограмм, трансформации систем координат. Оценивает эффективность управляющих программ.	Разработка управляющих программ с использованием переменных, трансформации систем координат, подпрограмм, циклов.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ПК-6 Способен разрабатывать архитектуру гибких производственных систем в машиностроении	
ИПК-6.4 Способен разрабатывать управляющие программы для обработки деталей в условиях гибких производственных систем	
Понимает программы с использованием G-кода для токарных, фрезерных, сверлильных станков.	Задания для проведения контрольных работ Вопросы к защите лабораторных работ 1-18 Вопросы к экзамену

	Экзаменационные билеты
Разработка управляющих программ для сложного технологического оборудования	Задания для проведения контрольных работ Вопросы к защите лабораторных работ 3, 6, 9, 17, 18 Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты
Разработка управляющих программ с использованием переменных, трансформации систем координат, подпрограмм, циклов.	Задания для проведения контрольных работ Вопросы к защите лабораторной работы 6 Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторная работа предусматривает ее выполнение с использованием технологического оборудования. По результатам выполненной лабораторной работы студент представляет преподавателю отчет, выполненный им, по соответствующей теме лабораторного занятия. Защита работы проводится по контрольным вопросам, приведенным в методических указаниях. Итоговый балл устанавливается путем суммирования баллов за следующие этапы выполнения:

- реализация задания в соответствии с требованиями методических рекомендаций от 0 до 0,5 баллов;
- аккуратность выполнения отчета 0...0,5 балла;
- полнота ответов на вопросы при защите лабораторной работы 0...1 балла.

5.4 Критерии оценки экзамена

Экзамен принимается письменно или устно по билету, в котором сформулированы два теоретических вопроса по дисциплине, а также предлагается экзаменуемому решить задачу, закрепляющую теоретические знания студента. Для письменного ответа студенту отводится 90 минут. Количество баллов при ответах на вопросы подсчитывается с использованием таблицы 1.

Таблица 1 – Количество баллов при выполнении экзаменационных заданий

Объем ответа	Кол.-во баллов
Полный ответ на вопрос с привлечением данных из научно-технической литературы	10
Полный ответ на вопрос в рамках конспекта по дисциплине	8-9
Ответ на вопрос в рамках конспекта по дисциплине с допущением неточностей	6-7
Ответ на вопрос в рамках конспекта по дисциплине 25-50%	3-5
Ответ на вопрос в рамках конспекта по дисциплине до 25%	0-2

Количество баллов при решении практической задачи подсчитывается с использованием таблицы 2.

Таблица 2 – Количество баллов при выполнении задачи

Содержание элементов задачи	Кол.-во баллов
Построение маршрута обработки	0-4
Разработка расчетно-технологической карты	0-8

Оценка на экзамене выставляется путем суммирования количества баллов правильных ответов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение контрольной работы;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к экзамену;
- подготовка научных публикаций (тезисов докладов, статей);
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- составление плана и тезисов ответа;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);
- конспектирование текста.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Анализ, синтез и производство технических систем : учеб. пособие / П. Н. Учаев [и др.] ; под общ. ред. П. Н. Учаева. — Старый Оскол : ТНТ, 2017. — 172с.	Доп. УМО АМ в качестве учеб. пособия для студ. вузов	20

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов : учеб. пособие / Ю. Г. Козырев. — М. : КНОРУС, 2016. — 494с.	-	10
2	Ефремов, В. Д. Металлорежущие станки : учебник / В. Д. Ефремов, В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе ; под общ. ред. П. И. Ящерицына. — 2-е изд., стер. — Старый Оскол : ТНТ, 2018. — 696с.	Доп. УМО АМ в качестве учебника для студ. вузов	10
3	Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие / А. П. Лукинов. — СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. — 608с. : ил. + CD-ROM. .	-	1

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

– <https://sapr.ru/> - сайт «Журнал «САПР и графика» (Российская федерация);

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

Федоренко А.М. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Программирование обработки сложных поверхностей на станках с ЧПУ» для студентов направления подготовки 15.04.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА» (электронный вариант)

7.4.2 Информационные технологии

Тема 1 – Программирование токарной обработки поверхностей

Тема 2 – Проектирование операции обработки отверстий на станках с ЧПУ

Тема 3 – Программирование фрезерной обработки поверхностей

Тема 4 – Проектирование обработки на многоцелевых станках с ЧПУ

Тема 5 – Программирование шлифовальной обработки плоских поверхностей

Тема 6 – Электроэрозионная обработка поверхностей

Тема 7 – Модификация системы координат

Тема 8 – Программирование с использованием переменных

Тема 9 – Токарная многоцелевая обработка

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «111», рег. номер ПУЛ-4.441-111/1-20.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(магистратура)

по дисциплине ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА
СТАНКАХ С ЧПУ

направление подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника
на 2022-2023 учебный год

дополнений и изменений нет

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Технология машиностроения»
(название кафедры)

(протокол №11 от «18» 04 2022г.)

Заведующий кафедрой:

К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(ученая степень, ученое звание)

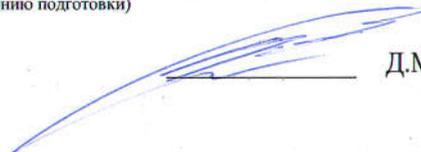


В.М. Шеменков

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета
(название факультета,
выпускающего по данному направлению подготовки)

К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(ученая степень, ученое звание)



Д.М. Свирепа

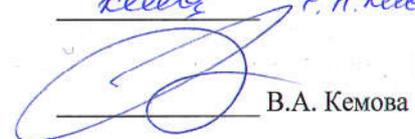
«16» 05 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела



В.А. Кемова

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(магистратура)

по дисциплине ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА
СТАНКАХ С ЧПУ

направление подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника
на 2023-2024 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1	В пункт 7.4.2 Методические рекомендации внести дополнения 2. Программирование обработки сложных поверхностей на станках с ЧПУ. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника очной и заочной форм обучения. / А.М. Федоренко, Е.Ю. Демиденко - Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2023. - 48 с. : ил (36 экз.).	Сводный план приказ №4 от 26.11.21

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Технология машиностроения»
(название кафедры)

(протокол № 14 от «22» мая 2023 г.)

Заведующий кафедрой:

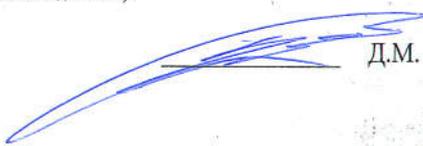
К.Т.Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)


В.М. Шеменков

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета
(название факультета,
выпускающего по данному направлению подготовки)

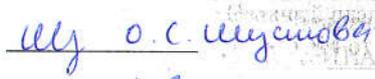
К.Т.Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)


Д.М. Свирепа

«12» мая 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь


О.С. Музилова

Начальник учебно-методического
отдела


О.Е. Печковская