

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт Политехнический

Кафедра Промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
(наименование института)
Сапожков С.Б.
(подпись)
«22» мая 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленности (профилю) Промышленный инжиниринг (по отраслям)

СОГЛАСОВАНО
Начальник отдела обеспечения
деятельности ИПТ

(наименование института)
Ушакова О.В.
(подпись) (И.О. Фамилия)
«22» мая 2023г.

Разработал
Доцент КИПТ

(подпись) (должность)
Бордашев К.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)
«28» 04 2023г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 8 от «03» 05 2023г.
Заведующий кафедрой

(подпись) (И.О. Фамилия)
Филиппов Д.А.
«03» 05 2023г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины: научить студентов умению формализовать типовые задачи технологии машиностроения с использованием современных методов прикладной математики.

Задачи дисциплины:

- изучение классификации и методов построения математических моделей;
- моделирование точности обработки на металлорежущих станках;
- изучение методов обработки данных и построения экспериментальных моделей технологических процессов в машиностроении;
- изучение методов математического моделирования при оптимизации технологических процессов.
- умение использовать полученные знания на практике.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 15.03.05 и направленности (профилю) Промышленный инжиниринг (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик):

- Математика;
- Физика;
- Сопротивление материалов;
- Процессы резания и режущий инструмент;
- Оборудование машиностроительных производств;
- Технологическая оснастка;
- Технология машиностроения.

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик):

- Автоматизация производственных процессов в машиностроении;
- Технология машиностроения;
- САПР в машиностроении;
- при выполнении курсового проекта и выпускной квалификационной работы;
- при работе на предприятии.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Профессиональные компетенции:

ПК - 4 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов

Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК - 4	Знать - принципы разработки проектов изделий машиностроения с учётом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических и экономических параметров - классификацию, разновидности и области применения САПР в машиностроении; - методики автоматизированного проектирования технологических процессов	Уметь - использовать теоретические знания при разработке проектов изделий машиностроения с учётом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических и экономических параметров; - выбирать и настраивать САПР под конкретную задачу; решать конструкторские задачи с помощью САПР; решать технологические задачи с помощью САПР	Владеть - навыками разработки проектов изделий машиностроения с учётом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических и экономических параметров; методами построения параметрических двухмерных моделей в САПР T-FLEX CAD; - методами построения трехмерных сборочных моделей в САПР T-FLEX CAD; - методами автоматизированного проектирования технологических процессов в САПР ТехноПро

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		7 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	92	92
3. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	88	88
4. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения:

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	52	52
3. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	128	128
4. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Введение в математическое моделирование.

Понятия математической модели (ММ) и моделирования. Задачи моделирования процессов и систем в машиностроении. Классификация ММ. Методы получения ММ. Требования к ММ. Уровни моделирования технических объектов. Модели микро-, макро- и метаяуровней. Обобщенная методика построения ММ.

Раздел 2. Моделирование точности обработки деталей на станках.

Моделирование погрешностей обработки, связанных с упругими деформациями технологической системы, размерным износом инструмента, настройкой инструмента, установкой заготовок, геометрическими неточностями станка, тепловыми деформациями технологической системы. Расчет суммарной погрешности обработки.

Раздел 3. Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки.

Основные понятия теории вероятностей. Нормальный закон распределения. Преобразование Лапласа. Поле рассеивания размеров. Уклонения от нормального закона. Расчет вероятной доли брака. Точность и настроенность технологического процесса. Распределения с линейным и степенным законом смещения уровня настройки технологического оборудования. Точностные диаграммы технологических процессов. Расчет периодичности подналадки технологического оборудования.

Раздел 4. Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ.

Выборочный метод производства наблюдений. Доверительные интервалы. Проверка статистических гипотез: о равенстве мат. ожидания заданному значению; о равенстве двух дисперсий; о равенстве двух средних; об однородности нескольких дисперсий. Метод наименьших квадратов.

Раздел 5. Получение ММ процессов методом регрессионного анализа.

Однофакторный линейный регрессионный анализ. Многофакторный линейный регрессионный анализ. Полнофакторный эксперимент. Дробнофакторный эксперимент. Получение ММ процессов резания. Построение многофакторных моделей второго порядка.

Раздел 6. Получение ММ процессов методом корреляционного анализа.

Основные понятия теории систем случайных величин (ССВ). Нормальный закон распределения ССВ. Корреляционное уравнение, коэффициент корреляции. Применение теории корреляции к задачам технологии машиностроения: установление связи между точностными характеристиками смежных операций ТП, анализ точности работы поточных линий.

Раздел 7. ММ в задачах оптимизации ТП.

Метод крутого восхождения при оптимизации технологических процессов. Требования к регрессионной модели. Расчет шагов при реализации метода. Стратегия последовательного приближения к области оптимума. Исследование области оптимума, представленной моделью второго порядка. Последовательное симплекс-планирование. Линейное программирование. Общая постановка задачи. Линейное программирование в технологии машиностроения: задача об оптимальном составе ОТК, задача об использовании сырья, задача об использовании оборудования. Графическое решение задачи линейного программирования. Решение задач в среде EXCEL.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

№	Наименование разделов учебной дисциплины	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР			
1.	Введение в математическое моделирование	1	2		1	8	Опрос
2.	Моделирование точности обработки деталей на станках	3	8		1	12	Опрос
3.	Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки	2	6		1	12	Опрос
4.	Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ	2	7		1	12	Опрос
5.	Получение ММ процессов методом регрессионного анализа	2	7		2	12	Опрос
6.	Корреляционный анализ технологических процессов	2	6		2	16	Опрос
7.	ММ в задачах оптимизации	2	6		2	16	Опрос
	Промежуточная аттестация						Экзамен (36)
	ИТОГО	14	42		10	88	

4.4 Лабораторные работы /курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ: не предусмотрены учебным планом

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов: не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Введение в математическое моделирование	1
2.	Моделирование точности обработки деталей на станках	3
3.	Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки	2
4.	Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ	2
5.	Получение ММ процессов методом регрессионного анализа	2
6.	Корреляционный анализ технологических процессов	2
7.	ММ в задачах оптимизации	2
	ИТОГО	14

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Параметры математических моделей. Определение области адекватности ММ.	2
2.	Расчет ожидаемой точности токарной и фрезерной операции	8
3.	Расчеты прогнозируемого брака продукции при выполнении технологических процессов	6
4.	Проверка статистических гипотез при решении задач в области технологии машиностроения	7
5.	Построение регрессионных многофакторных моделей процессов первого и второго порядка	7
6.	Установление связи точностных характеристик смежных технологических операций	6
7.	Решение оптимизационных задач методом линейного программирования	6
	ИТОГО	42

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении

Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие специальной аудитории	Мультимедийный класс
2.	Мультимедийное оборудование	Проектор, компьютер, экран
3.	Программное обеспечение	MicroSoft Office, EXCEL

Приложение А

(обязательное)

Фонд оценочных средств

учебной дисциплины

Математическое моделирование в машиностроении

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольный опрос	Разделы 1-7	200	ПК-4
Промежуточная аттестация				
3.	Экзамен		50	ПК-4
	ИТОГО		250	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
уверенное владение терминологией	15	5
глубина знаний по теме вопроса		

полнота ответа		
логическая связность		
аргументированность ответа		

Примерные вопросы:

1. От чего зависит величина относительного износа?
2. С какой целью используется дробнофакторный эксперимент?
3. В чем сущность метода крутого восхождения?

2) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
уверенное владение терминологией	15	3
глубина знаний по теме вопроса		
полнота ответа		
логическая связность		
аргументированность ответа		

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра Промышленных технологий

Экзаменационный билет №

Учебная дисциплина Математическое моделирование в машиностроении

Для направления подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

1. Классификация математических моделей.
2. Полнофакторный эксперимент.
3. Определить оптимальный настроечный размер и период подналадки токарного станка при обработке партии деталей из стали 08X18H10T резцом ВК8 с режимами $V=120$ м/мин, $S=0,1$ мм/об., если дисперсия мгновенного рассеивания размеров составляет $0,00008$ мм². Размеры детали: диаметр $32_{-0,12}$ мм, длина – 35 мм.

Принято на заседании кафедры ПТ «_____» _____ 20__ г. Протокол № _____
Заведующий кафедрой ПТ _____ (ФИО)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
Учебной дисциплины Математическое моделирование в машиностроении

1. Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Кузьмин В.В. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учеб. пособие для вузов. - Москва: Высшая школа, 2008. - 278,[2]с. : ил.	5	
Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб.для втузов. - Волгоград : ИН-ФОЛИО, 2009. - 591,[1]с.	20	
Технология машиностроения: сб. задач и упражнений. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Инфра-М, 2005. - 285,[1]с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.:с.284-286. - Прил.:с.218-283.	5	
Системы автоматизированного проектирования: Кн. 4. Математические модели технических объектов: Уч. пособие в 9 кн./ Трудоношин В.А., Пивоварова Н.В.; Под ред. И.П. Норенкова.. - Москва: Выш.шк, 1986.–160 с.	13	
Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. Учебное пособие. – Мн.: Выш. шк. , 1985. – 286 с.	15	
Электронные ресурсы		
Математическое моделирование в машиностроении: рабочая программа / авт.-сост.: К.А.Бордашев; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого - Великий Новгород, 2020.– 10 с. -Режим доступа: www.URL: https://portal.novsu.ru/umk/bachelor/i.1695076/?id=1726676		

**См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).*

2. Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Том 1./ Под ред. А. Г. Косиловой, А. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.	45	
Том 2./ Под ред. А. Г. Косиловой, А. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.	48	
Учаев П. Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева ; под общ. ред. П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 175, [1] с. : ил.	2	
Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel : Практикум. - СПб. : Питер, 2003. - 235,[1]с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.:с.236.	3	

Рыжиков Ю.И. Решение научно-технических задач на персональном компьютере : для студентов и инженеров. - СПб. : КОРОНА принт, 2000. - 271с.	4	
Гайдышев И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ / Игорь Гайдышев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 504 с. : ил. + CD-ROM. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 435-504.	4	
Электронные ресурсы		

Зав. кафедрой _____ Филиппов Д.А.
подпись *И.О.Фамилия*
 «_____» _____ 20 ____ г.

[illegible]

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Институт Политехнический

Кафедра Промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПТ

(наименование института)

Сапожков С.Б.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленности (профилю) Промышленный инжиниринг (по отраслям)

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
 деятельности ИПТ

(наименование института)

Ушакова О.В.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Разработал

Доцент КИПТ

(должность)

Бордашев К.А.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой

Филиппов Д.А.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.