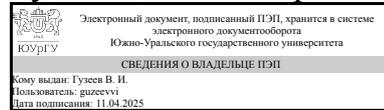


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



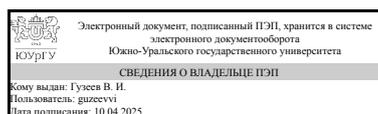
В. И. Гузев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.05 Математическое моделирование технологических процессов и производств
для направления 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Технологии автоматизированного машиностроения

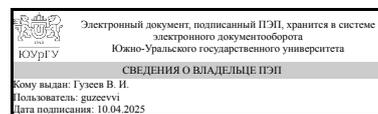
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1045

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. И. Гузев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой



В. И. Гузев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с методами математического моделирования процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований применительно к решению типовых задач технологии. Задачи изучения дисциплины. В результате изучения данной дисциплины студенты должны получить представление о математических подходах к решению различных задач, возникающих при создании автоматического производственного процесса (разработке технологического процесса, выбора технологического оборудования, организации производственного процесса управления размером статической и динамической настройки и т.д.)

Краткое содержание дисциплины

Роль математического моделирования для прогнозирования точности и производительности изготовления деталей машин на металлорежущих станках. Методы построения эмпирических зависимостей. Структурная модель точности обработки. Связь производительности обработки с режимами резания. Математические модели элементарных составляющих силы резания на основе теорий пластичности и упругости. Математическая модель зоны резания при обработке на токарных станках. Вывод формул для определения составляющих силы резания при токарной обработке. Расчет и анализ моделей сил резания при токарной обработке. Математическая модель зоны резания при фрезерной обработке. Вывод формул для определения составляющих силы резания при фрезерной обработке. Расчет и анализ моделей сил резания при фрезерной обработке. Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при двухкоординатной обработке на токарных и фрезерных станках с ЧПУ. Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при трехкоординатной обработке на фрезерных станках с ЧПУ. Расчет и анализ взаимосвязи погрешностей обработки с технологическими параметрами процесса. Математические модели управления точностью. Расчет и анализ влияния технологических факторов на управляемые параметры. Построение математических моделей оптимизации параметров технологических операций лезвийной обработки. Модели технологических ограничений. Расчет и анализ влияния технологических ограничений на целевую функцию. Принципы и аппарат моделирования гибких автоматизированных производств. Имитационное моделирование в машиностроении. Аналитические модели групп взаимозаменяемого оборудования.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен, выполнять математическое моделирование технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств, анализировать их состояние и динамику функционирования с использованием современных методов и средств анализа,	Знает: - Методику математического моделирования процессов механической обработки; - Структурную модель точности обработки, связи производительности обработки с режимами резания; Умеет: - Представлять в математическом виде

разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности	процессы механической обработки; - Проводить анализ влияния технологических параметров технологических процессов на точность получаемых деталей машин; Имеет практический опыт: - Решения задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения; - Исследования появления брака в производстве и его устранения;
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.04 Методология научных исследований в машиностроении, 1.О.05 Математическое моделирование в машиностроении, 1.Ф.03 Надежность и диагностика технологических систем, 1.О.06 Основы теории эксперимента	Производственная практика (преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа) (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.06 Основы теории эксперимента	Знает: – Методики проведения научного эксперимента;– Способы и методы обработки данных, полученных в результате эксперимента;– Методики обобщения полученных результатов эксперимента; Умеет: – Проводить инженерные и научные эксперименты;– Анализировать данные, полученные в результате эксперимента и обобщать полученные результаты; Имеет практический опыт: – Проведения современных исследований;– Использования методов и средств научных исследований в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; - Проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;
1.О.04 Методология научных исследований в машиностроении	Знает: - Этапы научно-исследовательской работы при решении задач в области машиностроения;,- Методы и средства научных исследований, используемых в машиностроении;– Критерии оценки и приоритеты решения задач в машиностроении;,- Методы анализа научных данных; - Методы и средства планирования и организации исследований и разработок; Умеет: – Анализировать существующую производственную проблематику, грамотно ставить научно-исследовательские задачи,

	<p>осуществлять планирование теоретических и экспериментальных исследований, оформлять научно-техническую документацию; – Формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительного производства;, - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; Имеет практический опыт: - Оформления и представления результатов проведенной исследовательской работы; , - Разработка элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок; , – Использования методов и средств научных исследований в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; , - Осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок;</p>
<p>1.Ф.03 Надежность и диагностика технологических систем</p>	<p>Знает: - Методы анализа научных данных; - Основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем; - Методический подход и процедуры, необходимые для разработки систем диагностики технологических систем; Умеет: - Рассчитывать основные количественные показатели надежности технологических систем и их элементов;- Выполнять исследования, необходимые для разработки систем диагностики, составить алгоритмы диагностирования состояния элементов технологических систем; Имеет практический опыт: - Разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; - Проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; - Расчета количественных показателей надежности технологических систем и их элементов;- Разработки систем диагностики технологических систем и их элементов;</p>
<p>1.О.05 Математическое моделирование в машиностроении</p>	<p>Знает: - Методы анализа научных данных; , – Сущность системного подхода при моделировании;– Основы математического моделирования: терминологию; задачи, методы и принципы моделирования; основные этапы моделирования; виды моделей и методы их построения; Умеет: – Выделять и обосновывать основные ограничения и допущения при построении модели;– Составлять, решать и анализировать уравнения математических моделей; Имеет практический опыт: – Построения моделей и решения конкретных задач в области машиностроительных производств;</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 66,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	56	56	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	77,5	77,5	
Подготовка к экзамену	26	26	
Курсовая работа	51,5	51,5	
Консультации и промежуточная аттестация	2,5	2,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
2	Основные причины, вызывающие погрешности при изготовлении деталей машин Структурная модель точности обработки. Связь производительности обработки с режимами резания. Математические модели элементарных составляющих силы резания на основе теорий пластичности и упругости	1	1	0	0
3	Математическая модель зоны резания при обработке на токарных станках	1	1	0	0
4	Вывод формул для определения составляющих силы резания при токарной обработке	6	0	6	0
5	Расчет и анализ моделей сил резания при токарной обработке	4	0	4	0
6	Математическая модель зоны резания при фрезерной обработке	1	1	0	0
7	Вывод формул для определения составляющих силы резания при фрезерной обработке	6	0	6	0
8	Расчет и анализ моделей сил резания при фрезерной обработке	6	0	6	0
9	Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при двухкоординатной обработке на токарных и фрезерных станках с ЧПУ	1	1	0	0
10	Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при трехкоординатной обработке на фрезерных станках с ЧПУ	1	1	0	0
11	Расчет и анализ взаимосвязи погрешностей обработки с технологическими параметрами процесса	4	0	4	0
12	Математические модели управления точностью	6	0	6	0

13	Расчет и анализ влияния технологических факторов на управляемые параметры	4	0	4	0
14	Построение математических моделей оптимизации параметров технологических операций лезвийной обработки	5	1	4	0
15	Модели технологических ограничений	6	0	6	0
16	Расчет и анализ влияния технологических ограничений на целевую функцию	6	0	6	0
17	Принципы и аппарат моделирования гибких автоматизированных производств. Имитационное моделирование в машиностроении	1	1	0	0
18	Аналитические модели групп взаимозаменяемого оборудования	5	1	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
2	2	Основные причины, вызывающие погрешности при изготовлении деталей машин Структурная модель точности обработки. Связь производительности обработки с режимами резания. Математические модели элементарных составляющих силы резания на основе теорий пластичности и упругости	1
3	3	Математическая модель зоны резания при обработке на токарных станках	1
4	6	Математическая модель зоны резания при фрезерной обработке	1
5	9	Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при двухкоординатной обработке на токарных и фрезерных станках с ЧПУ	1
6	10	Модель формирования погрешности размеров динамической настройки при трехкоординатной обработке на фрезерных станках с ЧПУ	1
7	14	Построение математических моделей оптимизации параметров технологических операций лезвийной обработки	1
8	17	Принципы и аппарат моделирования гибких автоматизированных производств. Имитационное моделирование в машиностроении	1
9	18	Аналитические модели групп взаимозаменяемого оборудования	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	4	Вывод формул для определения составляющих силы резания при токарной обработке	6
2	5	Расчет и анализ моделей сил резания при токарной обработке	4
3	7	Вывод формул для определения составляющих силы резания при фрезерной обработке	6
4	8	Расчет и анализ моделей сил резания при фрезерной обработке	6
5	11	Расчет и анализ взаимосвязи погрешностей обработки с технологическими параметрами процесса	4
6	12	Математические модели управления точностью	6
7	13	Расчет и анализ влияния технологических факторов на управляемые параметры	4
8	14	Построение математических моделей оптимизации параметров технологических операций лезвийной обработки	4
9	15	Модели технологических ограничений	6
10	16	Расчет и анализ влияния технологических ограничений на целевую	6

		функцию	
11	18	Аналитические модели групп взаимозаменяемого оборудования	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Гузеев В.И. Математическое моделирование технологических процессов и производств: учебное пособие / В.И. Гузеев. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 102с.	3	26
Курсовая работа	Гузеев В.И. Математическое моделирование технологических процессов и производств: учебное пособие / В.И. Гузеев. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 102с.	3	51,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Комплекс практических занятий №1 Исследование влияния технологических параметров на силу резания при точении	12	12	При выполнении работы нужно решить две задачи: Рассчитать и построить графики зависимостей осевой и радиальной составляющих силы резания от выбранных параметров; Сделать выводы о характере полученных зависимостей. Максимальный балл за решение каждой задачи 6 баллов При защите комплекса практических работ №1 12 баллов начисляется если все задачи решены верно, студент успешно отвечает на все вопросы по каждой задаче. 8 баллов начисляется если все задачи	экзамен

						<p>решены но студент затрудняется описать ход решения одной задачи. 5 баллов начисляется если решены все задачи но студент затрудняется описать ход решения двух задач. 0 баллов начисляется если студент не выполнил задание.</p>	
2	3	Промежуточная аттестация	экзамен	-	40	<p>Студенту задаются 2 вопроса из списка экзаменационных вопросов. Время, отведенное на подготовку -45 минут Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Оценка по дисциплине выставляется: Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>	экзамен
3	3	Текущий контроль	Комплекс практических занятий № 2	12	12	<p>При выполнении работы нужно решить три задачи: При помощи ПО Mathcad выполнить расчет составляющих силы резания при рекомендуемых значениях подачи для одной стадии обработки (стадия обработки назначается преподавателем, определить жесткость технологической системы и погрешность размера динамической настройки в зависимости от выбранного класса точности; Построить графики зависимости высоты микронеровностей от угла наклона обрабатываемой поверхности. Максимальный балл за решение каждой задачи 4 балла При защите комплекса практических работ №2 12 баллов начисляется если все задачи решены верно, студент успешно отвечает на все вопросы по каждой задаче. 8 баллов начисляется если все задачи решены но студент затрудняется описать ход решения одной задачи. 5 баллов начисляется если решены</p>	экзамен

						все задачи но студент затрудняется описать ход решения двух задач. 0 баллов начисляется если студент не выполнил задание.	
4	3	Текущий контроль	Комплекс практических занятий №3	12	12	При выполнении работы нужно решить три задачи: При помощи ПО Mathcad рассчитать длину дуги контакта при круглом наружном шлифовании, рассчитать количество зерен шлифовального круга, находящихся в зоне контакта при различной глубине резания; Рассчитать и построить графики температуры в зоне резания. Максимальный балл за решение каждой задачи 4 балла При защите комплекса практических работ №3 12 баллов начисляется если все задачи решены верно, студент успешно отвечает на все вопросы по каждой задаче. 8 баллов начисляется если все задачи решены но студент затрудняется описать ход решения одной задачи. 5 баллов начисляется если решены все задачи но студент затрудняется описать ход решения двух задач. 0 баллов начисляется если студент не выполнил задание.	экзамен
5	3	Текущий контроль	Письменный опрос 1	1	1	Студент получает выборочно из списка вопросов 2 вопроса. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 0,5 балл. Максимальное количество баллов 1. Неправильный ответ соответствует 0 баллов	экзамен
6	3	Текущий контроль	Письменный опрос 2	1	1	Студент получает выборочно из списка вопросов 2 вопроса. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 0,5 балл. Максимальное количество баллов 1. Неправильный ответ соответствует 0 баллов	экзамен
7	3	Текущий контроль	Письменный опрос 3	1	1	Студент получает выборочно из списка вопросов 2 вопроса. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 0,5 балл. Максимальное количество баллов 1. Неправильный ответ соответствует 0 баллов	экзамен
8	3	Текущий контроль	Письменный опрос 4	1	1	Студент получает выборочно из списка вопросов 2 вопроса. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 0,5 балл. Максимальное количество баллов 1.	экзамен

						Неправильный ответ соответствует 0 баллов	
9	3	Текущий контроль	Тесты	10	10	Тест содержит 10 вопросов. за каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимальное количество баллов 10	экзамен
10	3	Текущий контроль	Семестровое задание	50	50	<p>При выполнении семестрового задания необходимо решить пять задач:</p> <p>Разработать расчетную схему формирования погрешности;</p> <p>Разработать расчетную формулу для определения погрешности размера динамической настройки (форма поверхности задается преподавателем);</p> <p>исследовать влияние различных параметров на величину погрешности.</p> <p>Рассчитать и построить графики зависимостей осевой и радиальной составляющих силы резания от выбранных параметров;</p> <p>Сделать выводы о характере полученных зависимостей.</p> <p>Максимальный балл за решение каждой задачи 10 баллов</p> <p>При защите семестрового задания 50 баллов начисляется если все задачи решены верно, студент успешно отвечает на все вопросы по каждой задаче.</p> <p>40 баллов начисляется если все задачи решены но студент затрудняется описать ход решения одной задачи.</p> <p>30 баллов начисляется если решены все задачи но студент затрудняется описать ход решения двух задач.</p> <p>0 баллов начисляется если студент не выполнил задание.</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Экзамен проводится в</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>письменной форме. Студенту задаются 2 вопроса из списка экзаменационных вопросов. Время, отведенное на подготовку - 45 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Оценка по дисциплине выставляется: Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ПК-2	Знает: - Методику математического моделирования процессов механической обработки; - Структурную модель точности обработки, связи производительности обработки с режимами резания;	+	+			+					+	+
ПК-2	Умеет: - Представлять в математическом виде процессы механической обработки; - Проводить анализ влияния технологических параметров технологических процессов на точность получаемых деталей машин;	+	+	+			+			+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: - Решения задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения; - Исследования появления брака в производстве и его устранения;	+	+		+				+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Шаламов, В. Г. Математическое моделирование при резании металлов Текст лекций В. Г. Шаламов; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Станки и инструменты; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 121, [1] с. ил.
2. Шаламов, В. Г. Обработка результатов эксперимента Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и инструмент компьютеризир. пр-ва. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 61, [1] с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Гузеев В.И. Математическое моделирование технологических процессов и производств: учебное пособие / В.И. Гузеев. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 102с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1. Гузеев В.И. Математическое моделирование технологических процессов и производств: учебное пособие / В.И. Гузеев. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 102с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Гузеев, В. И. Математическое моделирование технологических процессов и производств Текст учеб. пособие по направлению "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в" В. И. Гузеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология машиностроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 101, [1] с. ил. https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532714&dtype=F&etyp

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (1)	, мультимедийный проектор
Практические занятия и семинары	202 (1)	компьютерный класс. Math Works-MATLAB