

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ

В.И. Ряжских

« 29 » июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Математическое моделирование в машиностроении»

Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Профиль Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-
штамповочного производства

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / -

Форма обучения Очная / -

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____ / Перова А. В. /

Заведующий кафедрой
Технологии машиностроения _____ / Грицюк В.Г. /

Руководитель ОПОП _____ / Петренко В.Р. /

Воронеж 2018

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: освоение методов математического моделирования в машиностроении и формирование практических навыков выполнения расчетов и исследований.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- изучение методов математического моделирования, применяемых при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции машиностроительных производств, а также при исследованиях и испытаниях оборудования;
- освоение практических приемов использования методов математического моделирования;
- построение и исследование математических моделей с выполнением компьютерных расчетов и программирования в автоматизированных математических системах.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.

ПК-3 – способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении;
	аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования
ПК-3	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах;
	навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств
	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности
	владеть навыками обработки экспериментальных данных

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			

Самостоятельная работа	144	144			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации	36	36			
Общая трудоемкость, часов	252	252			
Зачетных единиц	7	7			

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Пра к зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия математического моделирования в машиностроении.	Классификация математических моделей процессов в машиностроении	2			18	20
2	Решение многокритериальных задач оптимизации процессов в машиностроении.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации. Метод поиска Парето – эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Аддитивный критерий. Мультипликативный критерий. Максиминный (минимаксный) критерий. Основные принципы выбора критериев оптимальности. Решение многокритериальных задач оптимизации процессов в машиностроении с использованием теории массового обслуживания и расписаний Основы теории массового обслуживания. Понятие случайного процесса. Марковский случайный процесс. Потоки событий <u>Самостоятельное изучение.</u> Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Финальные вероятности состояний. Задачи теории массового обслуживания.	6	4	20	36	66

		<u>Самостоятельное изучение</u> Классификация систем массового обслуживания. Математические модели простейших систем массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами.					
3	Математическая статистика в моделировании технических систем.	Основные понятия статистического моделирования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Стохастические и детерминированные технологические процессы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Примеры статистических моделей; их достоинства и недостатки. Особенности моделей принятия решения в статистическом моделировании. Статистические оценки и их вычисление. Исключение аномальных явлений с помощью критерия Грабса. Предварительная обработка данных. <u>Самостоятельное изучение.</u> Статистический подход и концепция "черного ящика". Этапы статистического моделирования. Дисперсионный анализ. <u>Самостоятельное изучение.</u> Математическое моделирование силового взаимодействия в зоне резания при изготовлении деталей на станках <u>Самостоятельное изучение.</u> Порядок проведения силовых экспериментов и аппроксимации результатов измерений (получения математических моделей). Аналитическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Планирование эксперимента	6	14	12	36	68
4	Математическое моделирование упругих деформаций в технологической системе.	Математическое моделирование упругих деформаций в технологической системе. <u>Самостоятельное изучение.</u> Системный характер технических систем.	2		4	24	30
5	Математическое моделирование управления производственностью, себестоимостью	Математическое моделирование точности обработки деталей на станках. Основные факторы, определяющие погрешность обработки деталей.	2			30	32

	и точностью обработки деталей на металлорежущих станках.	<u>Самостоятельное изучение.</u> Расчетно – аналитический метод определения точности обработки. Моделирование точности обработки деталей на основе динамических характеристик станков. <u>Самостоятельное изучение.</u> Математическое моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на металлорежущих станках. Моделирование связей производительности и точности операций металлообработки с изменением входных параметров. Идея адаптивного управления процессом обработки. Моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на станках с ЧПУ. Адаптивные системы предельного регулирования. Адаптивные системы оптимального управления. <u>Самостоятельное изучение.</u> Математическое моделирование оптимального использования и обеспечения надежности станочных систем. Основы теории производительности и надежности автоматических и автоматизированных станочных систем. Производительность и надежность сблокированных автоматических линий. Производительность и надежность гибких производственных систем. <u>Самостоятельное изучение.</u> Основные понятия о производительности и надежности автоматических линий. Расчет производительности гибких производственных систем. <u>Самостоятельное изучение.</u> Производительность и надежность автоматических и автоматизированных станочных систем.					
		<i>Итого</i>	18	18	36	144	216
		<i>Экзамен</i>					36
		Всего	18	18	36	144	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
5 семестр		36	
1	Определить минимальные мощностные затраты при резании материалов	4	
2	Оптимальный выбор ГПС	4	отчет
3	Математическое моделирование поверхностного пластического деформирования поверхностей тороидальным роликом	4	
4	Проектирование операций обработки отверстий	4	отчет
5	Моделирование простейшего потока	4	
6	Суммирование случайных потоков	4	отчет
7	Определение значимости и влияния технологических факторов	4	
8	Планирование эксперимента	4	отчет
9	Отчетное занятие	4	
Итого часов		36	

5.3 Перечень практических работ

Очная форма обучения

№ п/п	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	Виды контроля
5 семестр		18	
1	Статистическая оценка распределений показателей свойств материалов. Результаты наблюдений в виде вариационного ряда. Определение основных числовых характеристик. Результаты наблюдений в виде статистического ряда.	2	
2	Оценка соответствия наблюдаемых данных нормальному закону распределения (проверка гипотез). Оценка соответствия по асимметрии и эксцессу.	2	
3	Оценка соответствия по критерию Смирнова Оценка соответствия по критерию Пирсона	2	
4	Вероятностные оценки показателей свойств материалов. Отбрасывание резко выделяющихся наблюдений	2	
5	Определение доверительного интервала для среднего значения Оценка гарантируемого уровня	2	
6	Оценка вероятности попадания в установленные пределы Определение объема испытаний (наблюдений)	2	
7	Определение функций эксплуатационных свойств материалов по наблюдаемым данным. Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов.	2	
8	Аппроксимация опытных данных. Линейная зависимость Полулогарифмическая зависимость.	2	Контр. раб.
9	Логарифмическая зависимость. Степенная зависимость.	2	
Итого часов		18	

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1 Курсовая работа

Выполнение не предусмотрено

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

Обучение не предусмотрено

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении; аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; навыками выбора и применения математических моделей в маши-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	ностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств	лабораторных работ	программах	программах
ПК-3	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками обработки экспериментальных данных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 5 семестре и для заочной формы обучения в 5 семестре по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении; аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий					
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нрав-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	ственных аспектов профессиональной деятельности					
	владеть навыками обработки экспериментальных данных	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Устный опрос по теме

«Основные понятия математического моделирования в машиностроении»

Проверяемый результат: ПК1.Р1

Вопросы:

1. Основные этапы моделирования
2. Классификацию математических моделей в машиностроении
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям
4. Порядок проведения силовых экспериментов и аппроксимации результатов измерений.
5. Понятие математической модели
6. Возможности и примеры применения математических моделей в машиностроении
7. Объекты моделирования в машиностроении
8. Основные методы принятия решений
9. Понятие стохастической модели
10. Понятие детерминированной модели

Критерии оценки ответов:

- 1 – ответ верный, в полном объеме;
0,5 – ответ верный, но не полный;
0 – ответ неверный.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷0,5	1	1,5÷2	2,5÷3
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: проводится в аудитории для практических занятий в начале занятия, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, задается по три вопроса, время проведения опроса до 10 минут, ответы даются без использования справочной литературы (конспектов) и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Определить оптимальный вариант ГПС с использованием обобщенного (интегрального) аддитивного, мультипликативного критерия. Частными критериями, с помощью которых оценены варианты машины, являются ее про-

изводительность и надежность (наработка на отказ). Оба критерия стремятся к максимуму, т.е. наилучшими вариантами ГПС являются те из них, которые обеспечивают наибольшую ее производительность и надежность. Полученные расчеты сравнить с данными нахождения по методу Парето-эффективных решений. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице.

Исходные данные для определения оптимального варианта ГПС

Вариант 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1000	2000	4000	1500	1200	2100	1400	1300	3500	3800
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1500	500	800	1000	900	700	1400	1800	800	900
Вариант 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.3$	3000	1000	3300	2200	1100	2300	1300	1400	3200	3500
Надежность (F_2), ч. $G = 0.7$	1400	600	900	1100	1000	800	1400	1700	900	1200
Вариант 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.4$	1100	2100	3000	1600	1300	2000	1500	1200	3400	3700
Надежность (F_2), ч. $G = 0.6$	1400	800	700	1100	800	900	1300	1100	900	800
Вариант 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.5$	1000	2000	4000	1500	1200	2100	1400	1300	3500	3800
Надежность (F_2), ч. $G = 0.5$	1400	600	900	1100	1000	800	1400	1700	900	1200
Вариант 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.3$	1100	2100	3000	1600	1300	2000	1500	1200	3400	3700
Надежность (F_2), ч. $G = 0.7$	1500	500	800	1000	900	700	1400	1800	800	900
Вариант 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1000	2000	4000	1500	1200	2100	1400	1300	3500	3800
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1100	900	750	800	1200	1000	800	700	800	900
Вариант 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.5$	3000	1000	3300	2200	1100	2300	1300	1400	3200	3500
Надежность (F_2), ч. $G = 0.5$	1400	800	700	1100	800	900	1300	1100	900	800
Вариант 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	2000	3000	1800	1500	3100	1900	1200	1500	1600	2100
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1100	900	750	800	1200	1000	800	700	800	900
Вариант 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.8$	1200	1300	2000	1900	1800	3000	1500	1450	1300	2100
Надежность (F_2), ч. $G = 0.2$	700	800	1000	900	900	800	1100	1200	900	800
Вариант 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.7$	3000	1000	3300	2200	1100	2300	1300	1400	3200	3500
Надежность (F_2), ч. $G = 0.3$	1100	900	750	800	1200	1000	800	700	800	900
Вариант 11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1100	2100	3000	1600	1300	2000	1500	1200	3400	3700
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1500	500	800	1000	900	700	1400	1800	800	900
Вариант 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1000	2000	4000	1500	1200	2100	1400	1300	3500	3800
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	700	800	1000	900	900	800	1100	1200	900	800

Вариант 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.8$	1200	2000	2500	3000	2800	1900	1700	1500	2400	2700
Надежность (F_2), ч. $G = 0.2$	800	900	1000	900	700	1100	1200	700	900	800
Вариант 14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.5$	1500	1800	2100	2900	3500	3800	1900	2200	2100	2300
Надежность (F_2), ч. $G = 0.5$	700	900	780	800	900	700	1000	900	800	700
Вариант 15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.7$	1000	2000	4000	1500	1200	2100	1400	1300	3500	3800
Надежность (F_2), ч. $G = 0.3$	800	900	1000	900	700	1100	1200	700	900	800
Вариант 16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1100	2100	3000	1600	1300	2000	1500	1200	3400	3700
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1100	900	750	800	1200	1000	800	700	800	900
Вариант 17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	1500	1800	2100	2900	3500	3800	1900	2200	2100	2300
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	700	800	1000	900	900	800	1100	1200	900	800
Вариант 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.8$	3000	1000	3300	2200	1100	2300	1300	1400	3200	3500
Надежность (F_2), ч. $G = 0.2$	800	900	1000	900	700	1100	1200	700	900	800
Вариант 19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.5$	1600	1200	3000	2500	2400	2900	1900	2100	2700	2000
Надежность (F_2), ч. $G = 0.5$	1500	500	800	1000	900	700	1400	1800	800	900
Вариант 20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность (F_1), шт/ч, $G = 0.6$	2000	1900	2100	2000	2200	2400	2500	3000	3100	3200
Надежность (F_2), ч. $G = 0.4$	1400	1100	1000	900	800	700	1100	1000	900	900

Критерии оценки выполнения контрольной работы.

Критерии оценки заданий:

5 – ответ верный, задача полностью решена, сделан параметрический анализ и выводы;

4 – ответ верный, но не полный;

3- построена только математическая модель, но не решена

2 – ответ неверный.

Методика проведения: проводится в аудитории для практических занятий, используется компьютер, применяется фронтальная форма, время выполнения задания – в течение 30 минут, задания выполняются без использования справочной литературы, используется Microsoft Exel, результат сообщается на следующий день.

Оценочные средства по промежуточной работе

Проверяемый результат: ПК1.РЗ

Задание

Необходимо построить линейную, неполную квадратичную, полную квадратичную математические модели в кодированных значениях технологической операции формирования некоторого размера детали.

Адекватность проверить с доверительной вероятностью β .

Известно, что на ход операции оказывают влияние два фактора X_1 – температура ($^{\circ}\text{C}$); X_2 – давление (атм). Результаты трех параллельных наблюдений над y представлены в таблицах вариантов заданий, в соответствии с шифром студенческого билета.

$\beta = 0.95$

Вариант 1

	1	2	3	4
y_1	1.20	2.03	4.16	4.58
y_2	2.19	3.44	2.34	5.88
y_3	0.99	0.2	1.41	4.74

 $\beta = 0.9$

Вариант 2

	1	2	3	4
y_1	1.09	2.31	3.14	4.40
y_2	0.08	0.89	2.71	4.64
y_3	1.09	2.28	4.28	3.86

 $\beta = 0.95$

Вариант 3

	1	2	3	4
y_1	2.95	3.47	5.18	5.87
y_2	0.23	4.47	4.00	4.45
y_3	4.38	4.68	3.42	5.81

 $\beta = 0.9$

Вариант 4

	1	2	3	4
y_1	1.73	3.99	4.10	4.45
y_2	3.08	2.90	2.65	4.49
y_3	3.16	3.54	3.56	3.81

 $\beta = 0.95$

Вариант 5

	1	2	3	4
y_1	0.7	5.79	4.04	6.41
y_2	2.36	4.61	4.92	5.12
y_3	2.91	2.64	5.83	6.42

 $\beta = 0.9$

Вариант 6

	1	2	3	4
y_1	2.74	5.38	4.40	4.54
y_2	1.75	4.97	5.01	6.41
y_3	1.79	3.24	5.21	6.12

 $\beta = 0.95$

Вариант 7

	1	2	3	4
y_1	0.94	0.76	4.49	3.87
y_2	0.40	2.25	2.66	3.39
y_3	0.35	2.15	2.80	2.38

 $\beta = 0.9$

Вариант 8

	1	2	3	4
y_1	0.15	1.30	3.89	4.86
y_2	2.11	4.19	3.51	2.84
y_3	2.22	2.84	2.29	5.88

 $\beta = 0.95$

Вариант 9

	1	2	3	4
y_1	0.44	2.22	1.88	4.72
y_2	0.22	0.47	3.51	2.58
y_3	0.25	1.67	1.89	2.57

 $\beta = 0.9$

Вариант 10

	1	2	3	4
y_1	2.65	3.07	4.83	4.15
y_2	0.87	0.86	4.08	5.61
y_3	4.92	2.49	4.56	4.77

$\beta = 0.95$

Вариант 11

	1	2	3	4
y_1	0.83	0.18	2.69	4.71
y_2	0.08	1.81	1.05	3.12
y_3	0.56	0.77	1.55	2.70

 $\beta = 0.9$

Вариант 12

	1	2	3	4
y_1	0.11	3.99	4.36	3.33
y_2	2.44	3.39	3.63	2.23
y_3	0.83	3.14	3.77	3.67

 $\beta = 0.95$

Вариант 13

	1	2	3	4
y_1	1.36	1.53	3.39	5.17
y_2	0.63	0.13	3.32	3.22
y_3	0.78	1.67	4.31	5.14

 $\beta = 0.9$

Вариант 14

	1	2	3	4
y_1	2.4	2.09	2.14	4.21
y_2	0.46	0.71	2.73	2.24
y_3	0.65	1.79	3.61	4.89

 $\beta = 0.95$

Вариант 15

	1	2	3	4
y_1	0.14	2.21	3.14	4.39
y_2	0.73	0.24	4.11	3.48
y_3	1.61	2.88	4.06	4.12

 $\beta = 0.9$

Вариант 16

	1	2	3	4
y_1	0.55	3.40	1.77	3.12
y_2	1.54	3.57	1.45	3.55
y_3	0.21	2.06	3.71	2.36

 $\beta = 0.95$

Вариант 17

	1	2	3	4
y_1	0.76	2.13	5.50	3.90
y_2	0.45	2.55	4.16	3.61
y_3	2.71	1.31	4.42	5.27

 $\beta = 0.9$

Вариант 18

	1	2	3	4
y_1	1.23	2.22	1.83	4.19
y_2	1.22	2.41	1.49	3.92
y_3	1.40	0.86	5.35	4.77

 $\beta = 0.95$

Вариант 19

	1	2	3	4
y_1	2.7	2.89	3.58	3.09
y_2	0.95	1.18	3.20	4.03
y_3	1.75	2.38	4.19	5.04

$$\beta = 0.9$$

Вариант 20

	1	2	3	4
y_1	0.19	1.42	4.74	5.09
y_2	3.16	3.58	4.59	6.52
y_3	1.34	4.86	3.08	4.59

Критерии оценки работы:

5 баллов выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые источники информации, показывает необходимые теоретические знания, практические умения и знания.

4 балла выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой структуры, не влияющие на конечный результат. Студенты используют указанные преподавателем источники информации. Задание показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

3 балла выставляется студенту, если творческое задание выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение в интерпретации материала в практической области «отлично» данную работу студентов.

2 балла выставляется студенту, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

0 – в остальных случаях.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷2	3	4	5
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: защита работ проводится в аудитории для практических занятий, работа выполняется во время самостоятельной работы, на подготовку отводится 2 месяца, задания выполняются с использованием справочной и учебно-методической литературы и/или средств коммуникации, результат сообщается на следующий день.

Оценочные средства по лабораторным работам

Лабораторная работа «Математическое моделирование поверхностного пластического деформирования поверхностей тороидальным роликом»

Проверяемый результат: ПК1.Р4

Критерии оценки

- 1 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;
- 0,75 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, опiski, отступления от структуры отчета.
- 0,5 – работа выполнена самостоятельно, но не в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;
- 0,5 - работа выполнена при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполнивших данную работу студентов, отчет соответствует требованиям методических указаний;
- 0 – работа не выполнена или отчет не представлен.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0	0,5	0,75	1
Оценка	2	3	4	5

Оценочные средства промежуточной аттестации

Критерии оценивания ответа студента на промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении»

Базовый уровень освоения дисциплины (оценка «удовлетворительно»):

- знает основные задачи математического моделирования в машиностроении;
- знает классификацию математических моделей процессов и систем;
- знает основные методы многокритериальной оптимизации;
- знает виды регрессионных моделей;
- знает основные этапы моделирования;
- умеет пользоваться средствами Microsoft Excel для расчетов;
- владеет основами алгоритмизации.
- владеет навыками работы в Mathcad.

Уровень освоения дисциплины на оценку «хорошо»:

- знает методы линейного программирования;
- знает основные требования, предъявляемые к математическим моделям;
- знает методы проверки адекватности моделей;
- знает метод анализа иерархий;
- умеет строить регрессионные модели;
- умеет определять значимость влияния факторов на процесс;
- владеет параметрическим анализом.

Высокий уровень освоения дисциплины (оценка «отлично»):

- знает методы нелинейного программирования;

- знает методы принятия решений;
- знает математические модели для расчета режимов резания;
- умеет оптимизировать процесс выпуска разнородной продукции на одном оборудовании;
- умеет планировать выпуск изделий пропорциональными частями;
- владеет навыками анализа в среде Mathcad.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или несоответствие критериям оценки «удовлетворительно».

В промежуточной аттестации в итоговый балл включается балл текущего контроля: итоговый балл = баллу выполнения экзаменационного задания + средний балл текущего контроля.

Результаты, оцениваемые по текущему контролю	ПК1.P1	ПК1.P2	ПК1.P3	ПК1.P4	ПК1.P5
Максимальный балл	5	5	5	5	1
Оценка	5	5	5	5	5

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Порядок проведения силовых экспериментов и аппроксимации результатов измерений (получения математических моделей).
2. Аналитическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
3. Математическое моделирование упругих деформаций в технологической системе.
4. Математическое моделирование точности обработки деталей на станках.
5. Основные факторы, определяющие погрешность обработки деталей.
6. Расчетно – аналитический метод определения точности обработки.
7. Моделирование точности обработки деталей на основе динамических характеристик станков.
8. Математическое моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на металлорежущих станках.
9. Моделирование связей производительности и точности операций металлообработки с изменением входных параметров.
10. Адаптивное управление процессом обработки.
11. Моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на станках с ЧПУ.
12. Основы теории производительности и надежности автоматических и автоматизированных станочных систем.
13. Основные понятия о производительности и надежности автоматических линий.
14. Расчет производительности гибких производственных систем.

15. Производительность и надежность автоматических и автоматизированных станочных систем.
16. Основы теории оптимизации технологических процессов изготовления деталей и сборки машин.
17. Математическое моделирование оптимизации технологических процессов изготовления деталей и сборки машин.
18. Объемное планирование работы механического участка при достижении максимальной загрузки технологического оборудования.
19. Задача о минимальной загрузке оборудования.
20. Задача об оптимальном распределении деталей по станкам.
21. Задача о производстве продукции при ограниченных запасах сырья.
22. Определение значимости и влияния технологических факторов.
23. Определение адекватности моделей.
24. Понятие детерминированных и стохастических процессов.
25. Планирование экспериментов в технических системах.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами. При ответе студент показывает глубокие знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, свободно ориентируется и знает действующие технологии, свободно оперирует понятиями и терминами, а во время ответа использует наглядный материал (рисунки, чертежи, схемы), легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами и обоснованными положениями. Студент показывает знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. В ответе присутствуют ошибки, не являющиеся принципиальными, при этом студент способен ответить на замечания и предложить решения по их исправлению.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно, ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно. При ответе студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В ответе имеются ошибки, являющиеся существенными, при этом студент способен ответить на большинство замечаний и предложить решения по их исправлению.

«Неудовлетворительно» выставляется за ответ, при котором студент либо затрудняется отвечать на поставленные вопросы, либо допускает существенные ошибки, при этом, учащийся не способен предложить какие-либо решения по их исправлению.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения (неделя семестра)
Основные понятия математического моделирования процессов в машиностроении	Знание классификации методов математического моделирования, используемых в машиностроении	Фронтальный устный опрос	Устный	2-4 недели
Решение многокритериальных задач оптимизации процессов в машиностроении	Знание аналитических и численных методов математического моделирования, используемых при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	ЛР № 1; ЛР № 2 ЛР № 3	Отчет и устный опрос	2-6 недели
Математическая статистика в моделировании технических систем	Знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей, а также современных методов разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	ЛР № 4 Фронтальный устный опрос	Устный	7-8 недели
Математическое моделирование упругих деформаций в технологической системе	Умение применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств	Фронтальный устный опрос	Устный	9-12 недели
Математическая статистика в моделировании технических систем	Умение оценивать точность и достоверность результатов моделирования	Фронтальный устный опрос	Устный	13-14 недели
Математическое моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на металлорежущих станках	Владение способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах	ЛР № 5 ЛР № 6	Отчет и устный опрос	14-15 недели
Решение многокритериальных задач оптимизации процессов в машиностроении	Владение навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, исполь-	Фронтальный устный опрос	Устный	

	зования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств			
Математическая статистика в моделировании технических систем	Владение навыками обработки экспериментальных данных.	ЛР № 7 ЛР № 8	Отчет и устный опрос	16-18 недели

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка теста, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка решения задач, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка решения задач, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Перова, А.В. Математическое моделирование в машиностроении. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / А.В. Перова. – Воронеж: ФГОУ ВО «ВГТУ», 2015. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

2. Перова, А.В. Математическое моделирование в машиностроении: курс лекций: [Электронный ресурс]: учеб. пособие по дисциплине "Матема-

тическое моделирование в машиностроении" для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» всех форм обучения / А.В. Перова. – Воронеж: ФГОУ ВО «ВГТУ», 2010. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

Дополнительная литература

3. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско–технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Конструкторско–технологическое обеспечение кузнечно–штамповочного производства») [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – 37 с. – Регистр. № 176-2016. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

4. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Основы математического моделирования" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленности «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения [Текст] / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"; сост. А.В. Перова. – Воронеж, 2017. – 37 с. – Регистр. № 105-2017.

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ №№ 5-7 по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2017. – 37 с. – Регистр. № 112-2018. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ №№ 1-4 по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2017. – 34 с. – Регистр. № 106-2017. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Ресурс машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

Портал машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.mashportal.ru/main.aspx>

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

9.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Учебные лаборатории оборудованы проекторами и компьютерными программами
9.3	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и практических работ
9.4	Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками
9.5	Натурные лекционные демонстрации: Компьютерные программы для реализации математических моделей Microsoft Excel; MathCad.

**10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» читаются лекции, проводятся практические занятия, лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных задач математического моделирования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы направлены на освоение решений задач математического моделирования на ПЭВМ. При проведении лабораторных занятий основными методами являются: метод упражнений; метод решения служебных задач с помощью ПЭВМ; работа с документами. Выполнение лабораторных работ в соответствии с расписанием, каждая работа студентом защищается.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию обо всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторные работы	Лабораторные занятия являются одной из наиболее эффективных форм учебных занятий. Они дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах. На них студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента на компьютере, умение решать практические задачи путем составления математических моделей. Выполнение лабораторных работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат, и защита работы перед преподавателем. Лабораторная работа считается полностью выполненной после ее защиты.

Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.
-----------------------	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
6	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2020	

7	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	
8	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
9	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2021	