

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Математическое моделирование**

специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

специализация:

15.05.01-10 Проектирование технологических комплексов  
механосборочных производств

Квалификация

инженер

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 28 октября 2016 г. № 1343
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» мая 2021 г. прот. № 11/1

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«20» мая 2021 г. прот. № 6/1

Председатель  (Герасименко В.Б.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-3	способность участвовать в работах по доводке и освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	<b>Знать:</b> основные типы математических моделей, используемые для различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов. <b>Уметь:</b> применять программный пакет MathCAD для моделирования различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов. <b>Владеть:</b> навыками работы с программным пакетом MathCAD при моделировании различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Информационные технологии
4	Теоретическая механика
5	Сопротивление материалов
6	Основы технологии машиностроения

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Монтаж и эксплуатация технологического оборудования
2	Проектирование технологических процессов механосборочных производств
3	Методы контроля и обеспечения качества изделий

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	39	39
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей</b>					
	Понятия математического моделирования, математической модели. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении. Основные задачи, решаемы при математическом моделировании. Основные этапы математического моделирования. Пример математической модели упругих деформаций технологической системы.	2	2		4
	Структура и свойства математических моделей. Понятия входных, выходных, внутренних и управляемых параметров. Пример математической модели тангенциальной составляющей силы резания. Основные свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, работоспособность, продуктивность, наглядность. Пример математической модели формирования шероховатости поверхности Суслова А.Г.	2	3		5
	Классификация математических моделей: по принадлежности к иерархическому уровню, по характеру отображаемых свойств объекта, по способу представления свойств объекта, по способу получения модели, по особенностям поведения объекта. Примеры простейших математических моделей. Особенности и области применения основных типов.	3	13		16

	Имитационное моделирование. Понятия процесса имитационного моделирования и имитационной модели. Области использования имитационных моделей. Пример имитационной модели теплового и напряженно-деформированного состояния коллектора электрической машины.	2			4
	Основы теории массового обслуживания. Понятие потока событий. Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний. Задачи теории массового обслуживания. Математические модели простейших систем массового обслуживания. Понятия абсолютной и относительной пропускной способности.	2	4		6
<b>2. Задачи принятия решений и оптимизации</b>					
	Математическая постановка задач оптимизации. Понятия целевой функции, локального и глобального экстремумов целевой функции. разрешимость задач оптимизации. Понятия структурной и параметрической оптимизации.	2	8		10
	Понятие математического программирования, виды задач математического программирования: линейные и нелинейные. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации. Постановка задачи, построение области допустимых решений (ОДР), нахождение в пределах ОДР оптимального решения. Пример оптимизации режимов резания.	2	4		7
<b>3. Методы решения многокритериальных задач оптимизации</b>					
	Понятие многокритериальной задачи оптимизации, основные методы решения многокритериальных задач. Метод поиска эффективных решений: сущность, основные этапы, достоинства и недостатки, пример применения метода. Метод с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Виды обобщенных критериев: аддитивный, мультипликативный, минимаксный. Особенности использования критериев, преимущества и недостатки. Основные принципы выбора критериев оптимальности.	2			5
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>57</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 7</b>				
1	Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей	Интерфейс MathCAD, переменные, вычисления, массивы данных	2	2
		Элементы программирования с среде MathCAD	3	3
		Определение упругих отжатий заготовки при точении	3	3
		Расчет режимов резания при обработке отверстий	4	4
		Расчет погрешности размерного износа инструмента при точении	4	4
		Определение статистических параметров экспериментальных данных	2	2
		Математические модели простейших систем массового обслуживания	4	4
2	Задачи принятия решений и оптимизации	Создание функций, построение графических зависимостей для моделей шероховатости обрабатываемой поверхности	4	4
		Расчет и оптимизация погрешности наладки инструмента на выдерживаемый размер	4	4
		Определение оптимальных режимов обработки при точении	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сущность понятий математического моделирования и математической модели.</li><li>2. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении.</li><li>3. Основные задачи моделирования.</li><li>4. Основные этапы моделирования.</li><li>5. Структура математической модели.</li><li>6. Требования, предъявляемые к математическим моделям.</li><li>7. Классификация математических моделей.</li><li>8. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню?</li><li>9. Как различают математические модели по характеру отображаемых свойств объекта?</li><li>10. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню?</li><li>11. Как различают математические модели по способу представления свойств объекта?</li><li>12. Как различают математические модели по особенностям поведения объекта?</li><li>13. Приведите пример аналитической модели.</li><li>14. Приведите пример эмпирической модели.</li><li>15. Приведите пример имитационной модели.</li><li>16. Приведите пример алгоритмической модели.</li></ol>
2	Задачи принятия решений и оптимизации	<ol style="list-style-type: none"><li>1. При наличии каких элементов формулируют задачу оптимизации?</li><li>2. Понятие целевой функции.</li><li>3. Разрешимость задач оптимизации</li><li>4. Что является предметом параметрической оптимизации?</li><li>5. Какие параметры процессов обработки принимают за оптимизируемые?</li><li>6. В чем заключается задача математического программирования?</li><li>7. В чем заключается графо-аналитический метод решения задач оптимизации?</li><li>8. Чем отличается структурная оптимизация от параметрической?</li></ol>
3	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Что понимают под многокритериальной задачей оптимизации?</li><li>2. В чем заключается метод поиска эффективных решений?</li><li>3. В чем заключается метод с использованием обобщенного (интегрального) критерия?</li><li>4. Перечислите виды обобщенных критериев.</li><li>5. Сущность аддитивного критерия.</li><li>6. Сущность мультипликативного критерия.</li></ol>

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Курсовые проекты и работы не предусмотрены учебным планом.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Основное назначение РГЗ – сформировать у студентов навыки использования математических моделей при проектировании технологических процессов. Для выполнения этой задачи выбраны три основных раздела проектирования технологических процессов: точность, качество и режимы резания, каждый из которых определяет эффективность проектирования. Каждый студент выполняет расчетно-графическое задание, соответствующее одному из следующих разделов:

1. Математическое моделирование шероховатости поверхности после механической обработки. Исследование влияния различных факторов на величину шероховатости. Оптимизация исследуемых параметров.
2. Математическое моделирование силового взаимодействия в зоне резания, исследование факторов, влияющих на силу и мощность резания.
3. Параметрическая оптимизация режимов резания.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Контрольные работы не предусмотрены.

# **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

## **6.1. Перечень основной литературы**

1. Основы математического моделирования в машиностроении : учеб. пособие / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 – 132 с.
2. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ф. Маликов. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2010. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5169>.
3. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Электрон. дан. –Москва: ФЛИНТА, 2011. — 271 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44652>.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие – / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008 – 186 с.
2. Основы математического моделирования технических систем : учеб. пособие – / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец . – Брянск: Изд-во БГТУ, 2004 – 269 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
2. <http://lib.walla/> – публичная электронная библиотека;
3. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека;
4. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
5. <http://www.techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
6. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства «Лань»;
7. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Лекционные занятия и лабораторные занятия – компьютерный класс УК4 №313, оборудованный специализированной мебелью, персональными компьютерами и проектором.

Программное обеспечение:

1. Microsoft Office Professional 2013.
2. Mathcad 14.

Самостоятельная работа – специализированная лаборатория САПР УК4 №313, оборудованная специализированной мебелью, компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и имеющей доступ в электронную информационно-образовательную среду.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение №1

#### Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Основы математического моделирования»

##### Подготовка к лекциям.

Лекции по дисциплине «Основы математического моделирования» читаются в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийной установкой и интерактивной доской, позволяющие демонстрировать примеры математических моделей, необходимые для освоения учебного материала.

Студент обязан посещать лекции и вести рукописный конспект.

В дополнение к лекционному материалу могут использоваться следующие источники:

1. Основы математического моделирования в машиностроении : учеб. пособие – / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 – 132 с.
2. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие – / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008 – 186 с.

Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования	Учебное пособие	Изд-во «Машиностроение»	2010	<a href="https://e.lanbook.com/book/5169#book_name">https://e.lanbook.com/book/5169#book_name</a>	Л, СРС
Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем	Учебное пособие	Изд-во «Флинта»	2011	<a href="https://e.lanbook.com/book/44652#authors">https://e.lanbook.com/book/44652#authors</a>	Л, СРС

##### Подготовка к лабораторным занятиям.

Для подготовки к выполнению и выполнения лабораторных работ необходимо использовать лабораторный практикум:

1. Основы математического моделирования в машиностроении : учеб. пособие – / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 – 132 с.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студенты изучают теоретическую часть и методику выполнения.

##### Выполнение ИДЗ.

При выполнении ИДЗ необходимо пользоваться шаблонами моделей, разработанных при выполнении лабораторных работ с учетом особенностей исследуемых объектов, а также литературным источником:

1. Основы математического моделирования в машиностроении : учеб. пособие – / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 – 132 с.