



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
(БГТУ)

Политехнический колледж (ПК БГТУ)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПК БГТУ

В.М. Малашенко

«30» августа 2019 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по изучению учебной дисциплины
ОП.12 Моделирование технологических процессов

Специальность:	15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	2 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

Брянск 2019

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по изучению учебной дисциплины
учебной дисциплины
ОП.12 Моделирование технологических процессов (далее — МУ)
для специальности **15.02.14 Оснащение средствами автоматизации**
технологических процессов и производств

Разработал(и):

преподаватель ПК БГТУ



О.А. Василенко

МР рассмотрена и одобрена на заседании
предметно-цикловой комиссии «Автоматизация
технологических процессов и производств» ПК
БГТУ (далее — ПЦК)

от «29» августа 2019 г., протокол № 1

Председатель ПЦК



В.Н. Копелиович

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ
по учебно-методической работе



Т.Е. Балашова

© Василенко О.А.
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

Содержание

Решение задач линейной алгебры с помощью системы Excel. Работа с функциями в системе Excel	4
Нахождение функции на основании экспериментальных данных в системе Excel	5
Подбор параметра, нахождение корней уравнения в системе Excel	7
Дифференцирование и интегрирование в системе Excel	8
Поиск решения в системе Excel	9
Геометрическое и графическое моделирование в Компас 3D	11
Моделирование сводных баз данных	13
Список литературы	15

Практическое занятие

Решение задач линейной алгебры с помощью системы Excel. Работа с функциями в системе Excel

Цель:

Закрепить навык работы с функциями в Excel. Получить представление о методике решения уравнений на основе сложных условий.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с операторами и основными функциями как арифметическими, так и логическими в системе Excel. Рассчитать формулы и получить значения функций. Потренировать навык составления логических функций. По имеющемуся варианту составить запись для решения системы уравнений в зависимости от различных условий. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Вариант	Функция	Исходные данные
1,11,21	$\omega = \begin{cases} x\sqrt[3]{x-a} & x > a \\ x \sin ax & \text{если } x = a \\ e^{-ax} \cos ax & x < a \end{cases}$	при: $a = 2,5$ $x = 3; 2,5; 1$
2,12,22	$x = \begin{cases} \lg(ay+1) & y < 10 \\ (ay+b)/2 & \text{если } y = 10 \\ a+1 & y > 10 \end{cases}$	при: $a = 0,2; b = 0,01;$ $y = 2; 10; 12,5$
3,13,23	$s = \begin{cases} \cos(x) & x < 2,8 \\ (a+b)/(x+1) & \text{если } 2,8 \leq x < 6 \\ e^x + \sin x & x \geq 6 \end{cases}$	при: $a = 2,6$ $b = -0,39$ $x = 2; 3; 6,2$
4,14,24	$f = \begin{cases} (a-b)/2+x & x > 1 \\ x \lg(a+b) & \text{если } x = 1 \\ (a+b)x/a & x < 1 \end{cases}$	при: $a = 0,7; b = 0,31$ $x = 2,4; 1; 0,5$
5,15,25	$s = \begin{cases} 1-x, & x = 0 \\ (1+xb)/a & \text{если } x < 0 \\ (1+x)/0,5 & x > 0 \end{cases}$	при: $a = 7,2; b = 0,001$ $x = 0; -3; 5,4$
6,16,26	$x = \begin{cases} (m-1,5y)/2 & y > 2 \\ mb-y & \text{если } y < 2 \\ y+mb & y = 2 \end{cases}$	при: $b = 0,2; m = 5;$ $y = 4; 1,5; 2$
7,17,27	$s = \begin{cases} 3,5x-15,2y & y > 5 \\ 8,1x+\sin(y-1) & \text{если } y = 5 \\ (1,2x+5,1y)/a & y < 5 \end{cases}$	при: $a = 0,1; x = 3$ $y = 7; 5; 2,67$

8,18,28	$f = \begin{cases} y-1 & y > 1 \\ y+a^2+\sqrt{b} & \text{если } y=1 \\ (yb+1)/(a-b) & y < 1 \end{cases}$	при: $a = 0,2; \quad b = 0,3$ $y = 2; \quad 1; \quad -4,8$
9,19,29	$f = \begin{cases} 1-\cos x - y & y < 0 \\ (ay+b)/2 & \text{если } y = 0 \\ a+1 & y > 0 \end{cases}$	при: $a = 0,2; \quad b = 0,001$ $x = 2$ $y = -2; \quad 0; \quad 5,8$
10,20,30	$m = \begin{cases} 1-a\cos x & x < 1 \\ ax+b & \text{если } x = 1 \\ x+b/a & x > 1 \end{cases}$	при $a = 0,001; \quad b = 5,1$ $x = -3; \quad 1; \quad 8,56$

Контрольные вопросы:

1. Для каких переменных используют арифметические операции?
2. В каких переменных выполняются операции сравнения?
3. В каких случаях применяют скобки?
4. Каков синтаксис функции ЕСЛИ?

Практическое занятие

Нахождение функции на основании экспериментальных данных в системе Excel

Цель:

Получить навык использования аппроксимационных зависимостей при графическом анализе моделей; освоить основные методы нахождения функции на основании экспериментальных данных в приложении Microsoft Office Excel; приобрести практические навыки работы с построением линии тренда на диаграмме.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с основными методами формирования графов функций. На основе полученных исходных данных построить графики функций и определить те из них, которые ближе подходят к полученному распределению. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

ВАРИАНТ 1.

Определить функциональную зависимость температурной депрессии ($^{\circ}\text{C}$) от концентрации раствора (X%) для КОН

Концентрация (X%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Температурная депрессия ($^{\circ}\text{C}$)	2,2	6	12,2	17	23,6	33	45	60,4	78,8	126,5	190,3

ВАРИАНТ 2.

Определить функциональную зависимость температурной депрессии (°C) от концентрации раствора (X%) для NH_4NO_3

Концентрация (X%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Температурная депрессия (°C)	1,1	2,5	4,0	5,1	6,3	7,5	9,1	11,0	13,2	19,0	28,0

ВАРИАНТ 3.

Определить функциональную зависимость температурной депрессии (°C) от концентрации раствора (X%) для $Ca(NO_3)_2$

Концентрация (X%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Температурная депрессия (°C)	1,1	2,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,0	13,2	17,2	31,2	49,2

ВАРИАНТ 4.

Определить функциональную зависимость температурной депрессии (°C) от концентрации раствора (X%) для KNO_3

Концентрация (X%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Температурная депрессия (°C)	0,9	2	3,2	3,8	4,5	5,2	6,1	7,2	8,5	11,6	—

ВАРИАНТ 5.

Определить функциональную зависимость температурной депрессии (°C) от концентрации раствора (X%) для $CaCl_2$

Концентрация (X%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80
Температурная депрессия (°C)	1,5	4,5	10,5	14,3	19	24,3	30	36,5	43	60	—

ВАРИАНТ 6.

Определить функциональную зависимость удельной теплоемкости аммиака от температуры

Температура, °C	-20	0	20	40	60	80	100	120
Уд.теплоемкость в кДж/(кг · °C)	4,522	4,606	4,731	4,857	5,108	5,443	5,736	6,197

ВАРИАНТ 7.

Определить функциональную зависимость удельной теплоемкости ацетона от температуры

Температура, °C	-20	0	20	40	60	80	100	120
Уд.теплоемкость в кДж/(кг · °C)	2,052	2,114	2,177	2,24	2,303	2,37	2,445	2,49

ВАРИАНТ 8.

Определить функциональную зависимость удельной теплоемкости диэтилэтерана от температуры

Температура, °С	-20	0	20	40	60	80	100	120
Уд.теплоемкость в кДж/(кг °С)	0,971	1,057	1,147	1,23	1,327	1,419	1,512	1,599

ВАРИАНТ 9.

Определить функциональную зависимость удельной теплоемкости $CaCl_2(25\%)$ от температуры

Температура, °С	-20	0	20	40	60	80	100	120
Уд.теплоемкость в кДж/(кг °С)	2,818	2,889	2,939	2,973	3,057	3,098	3,14	3,182

ВАРИАНТ 10.

Определить функциональную зависимость удельной теплоемкости метанола от температуры

Температура, °С	-20	0	20	40	60	80	100	120
Уд.теплоемкость в кДж/(кг °С)	2,382	2,466	2,567	2,667	2,763	2,864	2,964	3,065

Контрольные вопросы:

1. Какие виды распределений заложены в системе Excel?
2. Что принято называть линией тренда?
3. Для чего используется коэффициент детерминации R2?
4. Порядок определения закона распределения?

Практическое занятие

Подбор параметра, нахождение корней уравнения в системе Excel

Цель:

Приобрести практические навыки подбора параметров для решения уравнений в приложении Microsoft Office Excel.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с основными методами Подбор параметра, нахождение корней уравнения формирования, графиков функций в приложении Microsoft Office Excel. На основе полученных исходных данных освоить основные методы графический метод; введение вспомогательной функции. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Таблица исходных данных

№ варианта	Система	№ варианта	Система
1	$\begin{cases} 2x^2 + 5y^2 = 17 \\ x = -3y^2 \end{cases}$	2	$\begin{cases} 3x^2 + 4y^2 = 18 \\ x = -2y^2 \end{cases}$
3	$\begin{cases} 4x^2 + 3y^2 = 19 \\ y = -4x^2 \end{cases}$	4	$\begin{cases} 5x^2 + 2y^2 = 20 \\ y = 4x^2 \end{cases}$
5	$\begin{cases} 6x^2 + y^2 = 21 \\ x = -4y^2 \end{cases}$	6	$\begin{cases} x^2 + 7y^2 = 22 \\ x = 4y^2 \end{cases}$

7	$\begin{cases} 2x^2 + 6y^2 = 23 \\ xy = 0,4 \end{cases}$	8	$\begin{cases} 3x^2 + 5y^2 = 24 \\ xy = -0,4 \end{cases}$
9	$\begin{cases} 4x^2 + 4y^2 = 25 \\ y = -5x^2 \end{cases}$	10	$\begin{cases} 7x^2 + 10y^2 = 26 \\ xy = -0,8 \end{cases}$
11	$\begin{cases} x^2 + 3y^2 = 27 \\ xy = 0,8 \end{cases}$	12	$\begin{cases} 3x^2 + 2y^2 = 30 \\ y = 4x^2 \end{cases}$
13	$\begin{cases} 9x^2 + 5y^2 = 29 \\ y = -4x^2 \end{cases}$	14	$\begin{cases} 4x^2 + 9y^2 = 28 \\ x = 6y^2 \end{cases}$
15	$\begin{cases} 2x^2 + 5y^2 = 1 \\ y = -x^2 \end{cases}$	16	$\begin{cases} x^2 + 2y^2 = 2 \\ y = x^2 \end{cases}$
17	$\begin{cases} 2x^2 + 5y^2 = 3 \\ x = -y^2 \end{cases}$	18	$\begin{cases} x^2 + 6y^2 = 4 \\ x = y^2 \end{cases}$
19	$\begin{cases} 2x^2 + 2y^2 = 5 \\ x = -y^2 \end{cases}$	20	$\begin{cases} 3x^2 + y^2 = 6 \\ x = 2y^2 \end{cases}$

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные отличия между поиском решения и подбором параметра.
2. В каких случаях применяют метод подбор параметра уравнения?
3. В каких случаях применяют метод поиска решений уравнения?
4. Каков порядок решения уравнений графическим методом?
5. Каков порядок решения уравнений методом подбора параметров?

Практическое занятие

Дифференцирование и интегрирование в системе Excel

Цель:

Получить практический навык нахождения интегралов и дифференциалов в системе Excel.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с теоретическими основами темы, вспомнить таблицы интегралов и дифференциалов. Найти производную двумя способами. Вычислить интеграл используя технологию точного вычисления и технологией приближенного вычисления, согласно вариантам Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Варианты заданий:

1. Найти производную функции $f(x) = 3\cos 3x$ в точке $x = \frac{\pi}{2}$. Результат вычислить двумя способами
2. Найти производную функции $f(x) = 2\lg 2x$ в точке $x = 10$. Результат вычислить двумя способами

3. Вычислить производную функции $F(x)=\ln 3(x)+3x^2-\log 2x$ в точке 8. Результат вычислить двумя способами

4. Вычислить определенный интеграл функции двумя способами $2\cos 2x$ на интервале от 0 до $\pi/2$. Результат сравнить.

5. Вычислить определенный интеграл двумя способами $\int_1^5 (2x^2 + 6x - 5)dx$. Результат сравнить.

6. Вычислить определенный интеграл двумя способами $\int_1^e \ln x dx$. Результат сравнить.

7. Вычислить определенный интеграл двумя способами $\int_0^5 x\sqrt{x+4}dx$. Результат сравнить.

8. Вычислить определенный интеграл двумя способами $\int_{-3}^5 \sqrt{x+4}dx$. Результат сравнить.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы нахождения производной ?
2. Укажите последовательность способов нахождения производной.
3. В чем сущность технологии точного вычисления интегралов?
4. В чем сущность технологии приближенного вычисления интегралов?
5. Назовите порядок вычислений по технологии приближенного вычисления интегралов.
6. Назовите порядок вычислений по технологии точного вычисления интегралов.

Практическое занятие

Поиск решения в системе Excel

Цель:

Получить практический навык нахождения оптимальных решений логистических задач в системе Excel.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с теоретическими основами темы. Выполнить таблицу согласно исходных данных. Найти оптимальное решение задачи в системе Excel. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Примеры заданий в исходных данных

1. Завод выпускает продукцию в четырех цехах: A, B, C, D, расположенных на разных территориях. Свою продукцию завод поставляет в шесть магазинов города. Цех A производит 130 тыс. изделий, цех B - 90, цех C - 100 и цех D -

соответственно 140 тыс. шт. изделий. Плановая потребность магазинов в продукции завода следующая: магазин 1 - 110 тыс. шт. изделий, магазин 2 – 50 тыс. шт., магазин 3 - 30 тыс. шт., магазин 4 – 80 тыс. шт., магазин 5 – 100 тыс. шт. и магазин 6 – 90 тыс. шт. Стоимость перевозки 1 тыс. шт. изделий из цехов в магазины приведена в таблице 12.

Цеха завода	Магазины					
	1	2	3	4	5	6
A	2	3	6	8	2	10
B	8	1	2	3	9	5
C	7	6	4	1	5	9
D	2	10	8	5	3	4

Составьте такой план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку изделий были бы наименьшими

2. На четырех элеваторах А, В, С, D находится зерно в количестве 100, 120, 150, 130 тонн, которое нужно доставить на четыре сельскохозяйственных предприятия для посева. Предприятию 1 необходимо поставить 140т, предприятию 2 – 130т, предприятию 3 – 90т, предприятию 4- 140т зерна. Стоимость доставки потребителям от поставщиков представлена в таблице 11. Составьте оптимальный план перевозки зерна из условия минимума стоимости перевозки

Элеваторы	Сельскохозяйственные предприятия			
	1	2	3	4
A	4	5	5	7
B	8	7	5	4
C	9	6	4	5
D	3	2	9	3

3. Торговая фирма «Весна и осень» включает четыре предприятия и шесть складов в различных регионах страны. Каждый месяц предприятия фирмы производят 100, 15, 90 и 55 ед. продукции. Вся производимая продукция направляется на склады, вместимость которых следующая: 30, 40, 55, 80, 45, и 10 ед. продукции. Издержки транспортировки продукции от предприятий до складов следующие (ден. ед.)

Предприятия фирмы "Весна и осень"	Склады					
	1	2	3	4	5	6
1	1	5	2	2	1	6
2	3	6	2	4	3	3
3	8	10	4	5	6	8
4	7	3	7	9	1	2

Определите план перевозок из условия минимизации ежемесячных расходов на транспортировку.

4. Имеются четыре овощехранилища, расположенные в разных районах города, в которых сосредоточено 10, 20, 35 и 45 т овощей соответственно. Овощи необходимо перевезти четырем потребителям соответственно в количестве 25, 30, 40 и 15 т. Расстояния от хранилищ до потребителей следующие. Затраты на перевозку 1т овощей на 1 км постоянны и равны 20 руб. Определите план перевозок продукта от хранилищ до потребителей из условия минимизации транспортных расходов

Хранилище	Потребители			
	1	2	3	4
1	7	3	3	8
2	7	6	2	7
3	4	7	7	3
4	5	2	4	5

Контрольные вопросы:

1. Для каких задач подходит метод поиска решений.
2. Укажите порядок действий для поиска решений в системе Excel.
3. Какой тип переменных используется в данном методе и почему?
4. Какова необходимость создания графика в данном методе? Почему?
5. Какие существуют ограничения параметров при поиске решений?

Практическое занятие

Геометрическое и графическое моделирование в Компас 3D

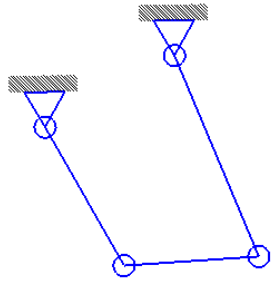
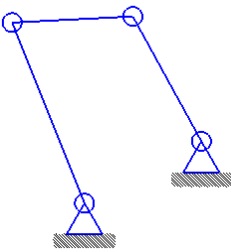
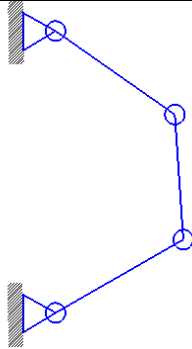
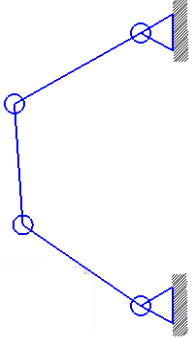
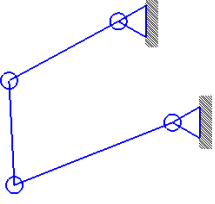
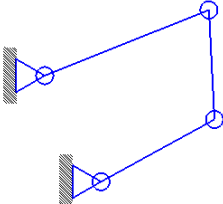
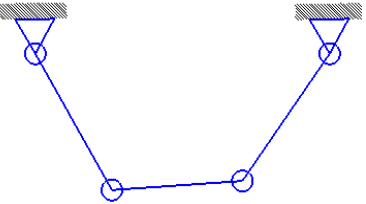
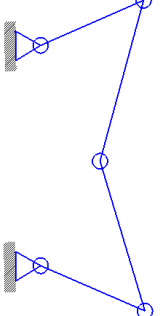
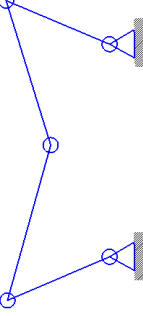
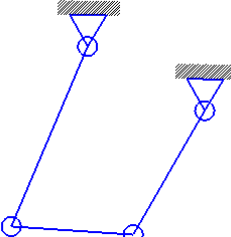
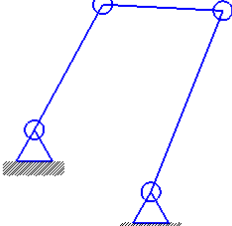
Цель:

Получить практический навык геометрического и графического моделирования в среде Компас 3D.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с теоретическими основами темы. Моделирование происходит на основе параметризации. Необходимо согласно полученным исходным данным спроектировать механизм и показать его работу. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Таблица исходных данных

			
Вариант 1,12	Вариант 2,13	Вариант 3,14	Вариант 4,15
			
Вариант 5,16	Вариант 6,17	Вариант 7,18	
			
Вариант 8,19	Вариант 9,20	Вариант 10,21	Вариант 11,22

Контрольные вопросы:

1. Что такое механизм, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, структурная схема?
2. Чем определяется класс пар?
3. Существует ли однозначная связь между классом кинематической пары и тем является ли она высшей или низшей?
4. Зачем определять число степеней подвижности механизмов?
5. Чем отличается кинематическая цепь от механизма?
6. Что называется структурной формулой механизма?
7. Как и с какой целью составляется кинематическая схема механизма?
8. Как определить пассивные и лишние степени свободы в механизмах?
9. С какой целью в механизмы вводят лишние степени свободы и пассивные связи?

Практическое занятие

Моделирование сводных баз данных

Цель:

Получить представление о формировании баз данных в среде Excel, для хранения и обработки некоторой информации.

Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме. Создать диапазон условий, сделать базу данных, согласно требуемому результату нахождения условий в системе Excel. По имеющейся базе данных составить сводную таблицу. Получить результат. Оформить отчет. Ответить на вопросы.

Примеры заданий в исходных данных:

1. Определить сумму, выплаченную по зарплате получателям Васильева М.Ф., Казаков С.С., Иванов И.И., Песков В.А., Голубев А.Л., Борисова Т.М., Антонов В.Л. Требуется определить среднее значение заработной платы за каждый месяц 1997 года получателя Пескова В.А по сводной таблице.

2. С помощью функции базы данных определить, сколько составляла сумма

по зарплате базы RASHOD за ноябрь 1997 года. По сводной таблице определите сколько составляла сумма по зарплате базы RASHOD за ноябрь 1997 года.

3. Используя функции работы с базами данных, определить выплаченную сумму по накладным расходам для получателей: ТОО Надежда, фирма ДИЛЛ. Используя сводную таблицу для работы с базами данных, определить выплаченную сумму по накладным расходам для получателей ТОО Надежда, фирма ДИЛЛ

4. Найти количество выплат по зарплате Борисова Т.М. и Казаков С.С. за весь период, когда сумма выплат была больше 1000\$. Найти количество выплат по зарплате Борисову Т.М. и Казакову С.С. за каждый месяц, используя сводную таблицу.

5. Вычислить количество накладных расходов во втором квартале для сумм в пределах от 500\$ до 1500\$. Вычислить среднюю сумму по зарплате за каждый квартал 1997 года используя сводную таблицу.

6. Определить максимальную сумму по столбцу Сумма за второй квартал 1997 года по зарплате для физических лиц. Определить максимальную сумму по зарплате для каждого получателя используя сводную таблицу.

7. В этом уроке мы сделаем счетчик затрат на мобильную и городскую связь в семье. По имеющейся базе составить сводную таблицу и определить сумму звонков каждого члена семьи за месяц.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью создают базы данных?
2. Каков порядок создания баз данных?
3. С какой целью формируют сводные таблицы?

4. Каков порядок их формирования?
5. Каким образом происходит расширение базы данных?

Основные источники:

1. Волкова, В.Н. Моделирование систем и процессов. Практикум: учеб. пособие /под ред. В.Н. Волковой, - М.: Юрайт, 2016. – 294 с.
2. Кончин, В.В. Математическое моделирование процессов в машиностроении: учеб. пособие/ В.В. Кончин– Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 323 с.
3. Гладков, Э.А. Автоматизация сварочных процессов: учебник/ Э.А. Гладков – М.: МГТУ, 2017. – 421 с. – 1 экз (фонд БГТУ)
4. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие/ А.А. Иванов - М.: Форум : ИНФРА-М, 2015. – 223 с. – 1 экз. (фонд БГТУ)
5. Кузнецова, П.М. Автоматизация технологических процессов и подготовки производства в машиностроении: учебник / под ред. П.М. Кузнецова, - Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 511 с.
6. Скрыбин, В.А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник / В.А. Скрыбин и др. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 316 с.
7. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие/ А.Г. Схиртладзе - Старый Оскол: ТНТ, 2015, - 621 с. – 5 экз. (фонд БГТУ)

Дополнительные источники:

1. Алексеев, Г. В. Технология машиностроения. Моделирование и специализированные пакеты программ : учебное пособие для СПО / Г. В. Алексеев, Б. А. Вороненко, М. В. Гончаров, Е. С. Сергачева. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 305 с. — ISBN 978-5-4486-0695-3, 978-5-4488-0246-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80781.html>
2. Никонов, О. И. Математическое моделирование и методы принятия решений : учебное пособие для СПО / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева ; под редакцией А. А. Астафьева. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 99 с. — ISBN 978-5-4488-0482-3, 978-5-7996-2828-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87825.html>

3. Петлина, Е. М. Компьютерное моделирование : учебное пособие для СПО / Е. М. Петлина. — Саратов : Профобразование, 2019. — 131 с. — ISBN 978-5-4488-0250-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83270.html>

4. Суркова, Л. Е. Моделирование систем автоматизации и управления технологическими процессами : практикум / Л. Е. Суркова, Н. В. Мокрова. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 46 с. — ISBN 978-5-4487-0496-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/82692.html>