МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФМАТ
_____ /В.И. Ряжских /
«31» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Основы математического моделирования»

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение
Профиль Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Квалификация выпускника Бакалавр
Нормативный период обучения 4 года / -
Форма обучения Очная / -
Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы _____ / А.А Сидоренко /

Заведующий кафедрой
прикладной математики и механики _____ / В. И Ряжских. /

Руководитель ОПОП _____ / В.Р Петренко. /

Воронеж 2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

- изучение основных этапов, методов и алгоритмов построения математических моделей с практическим применением в машиностроении.

- овладение основами методов и форм математического моделирования, практическими навыками применения математических моделей применительно к технологическим процессам и системам управления производственным процессом.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- изучить основные понятия, этапы, алгоритмы и методы математического моделирования для проектирования технологических процессов;

- получить навыки математического анализа и моделирования при выполнении расчетов и программировании в автоматизированном машиностроительном производстве.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы математического моделирования» относится к дисциплинам базовой части блока Б.1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 –умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	**знать:** основные принципы построения и исследования математических моделей, классификацию математических моделей; аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении.

	уметь: разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы; выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование; оценивать точность и достоверность результатов моделирования.
	владеть: навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля, оформления результатов и принятия соответствующих решений.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы математического моделирования» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	54	54			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)	нет	нет			
Самостоятельная работа	54	54			
Курсовой проект	нет	нет			
Контрольная работа	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	Зачет			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

Заочная форма обучения

Заочная форма обучения не предусмотрена

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	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	Предмет, цели и задачи моделирования. Виды математических моделей. Классификация математических моделей. Этапы решения задачи методом математического моделирования. Примеры элементарных методов математического моделирования при решении производственных задач.	2	2	-	6	10
2	Решение технологических задач с помощью теории графов	Теоретико-множественное определение графов. Матричные способы задания графов. Упорядочение элементов орграфа. Алгоритм Фалкерсона. Матричный способ упорядочивания вершин на примере орграфа. Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины. Формирование технологических операций. Балансировка технологического маршрута. Оснащение обрабатываемого центра.	4	8	-	12	24
3	Использование методов линейного программирования при решении технологических задач	Основные задачи линейного программирования (ЗЛП): задача о выборе оптимальных технологий, задача оптимального использования ресурсов, задача производственного планирования, задача о раскрое материала. Графический метод решения ЗЛП. Решение задач линейного программирования симплексным методом. Нахождение начального опорного плана. Нахождение оптимального плана. Двойственность задач линейного программирования. Постановка и типы транспортной задачи. Определение исходного опорного плана: правило «северо-западного угла». Метод потенциалов. Оптимальные назначения или проблема выбора.	6	12	-	20	36

		Сведение распределительной задачи с пропорциональными ресурсами и потребностями к транспортной задаче. Составление и исследование математических моделей решения задач о распределении механизмов. Задача коммивояжера (задача о переналадке оборудования). Математическая модель. Схема метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера.					
4	Математическое моделирование в кузнечно-прессовом оборудовании с элементами теории упругости и пластичности	Реология. Основные понятия и задачи. Классические реологические модели. Модели твердого тела в вязкоупругом и пластическом состояниях. Математическая модель термоупругого поведения. Термомеханические эффекты в материалах. Тонкая пластина. Математическая модель поперечных колебаний. Определение напряжений при кручении стержня. Вариационный метод Ритца.	6	14	-	18	38
		Итого	**18**	**36**	**-**	**54**	**108**

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.3 Перечень практических работ

1. Основы теории множеств.

2. Основы теории графов: матричные способы задания графов; алгоритм Фалкерсона. Матричный способ упорядочивания вершин на примере орграфа.

3. Практические приложения теории графов в машиностроении. Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами единичной длины. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины.

4. Формирование технологических операций. Балансировка технологического маршрута. Оснащение обрабатываемого центра.

5. Текущая аттестация - контрольная работа.

6. Графический метод и Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

7. Решение двойственной задачи линейного программирования.

8. Методы решения транспортной задачи. Решение задачи размещения с учетом транспортных и производственных затрат.

9. Решение распределительной задачи с пропорциональными ресурсами и потребностями.

10. Решение задачи о распределении механизмов.

11. Текущая аттестация - контрольная работа.

12-13. Определение деформаций пластины при заданных напряжениях и температуре на кромке.

14. Определение собственных частот колебаний пластины.

15-16. Численно-аналитический метод определения напряжений в стержне прокатного профиля при кручении.

17. Нахождение перемещений пластины, закрепленной по контуру, при действии на ее часть.

18. Текущая аттестация - контрольная работа.

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1. Курсовые проекты (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

Заочная форма обучения не предусмотрена.

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
ОПК-1	знать: - основные принципы построения и исследования математических моделей, классификацию математических моделей; - аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, экс-	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	плуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств; - оптимизационные математические модели в машиностроении;			
	уметь: - разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы; - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование; - оценивать точность и достоверность результатов моделирования;	Решение практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении; - навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля; - навыками оформления результатов и принятия соответствующих решений.	Решение задач в конкретной предметной области	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 3 семестре по системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Зачтено**	**Не зачтено**
ОПК-1	знать: - основные принципы построения и исследования математических моделей, классификацию математических моделей; - аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств; - оптимизационные математические модели в машиностроении;	Выполнение задания	Выполнение задания на 70-100 %	Невыполнение задания, выполнение задания менее 70 %
	уметь: - разрабатывать элементы математических моделей решения производствен-	Выполнение задания	Выполнение задания на 70-	Невыполнение задания, вы-

	ных задач, анализировать результаты, получать практические выводы; - выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения, инструменты, эффективное оборудование; - оценивать точность и достоверность результатов моделирования;		100 %	полнение задания менее 70 %
	владеть: - навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении; - навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля; - навыками оформления результатов и принятия соответствующих решений.	Выполнение задания	Выполнение задания на 70-100 %	Невыполнение задания, выполнение задания менее 70 %

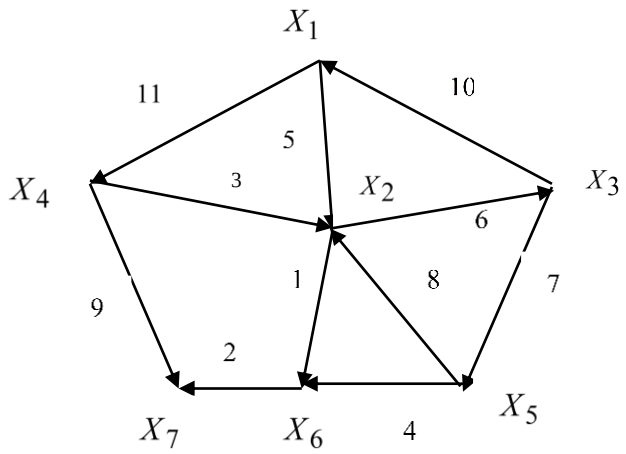
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Не предусмотрено.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения задач

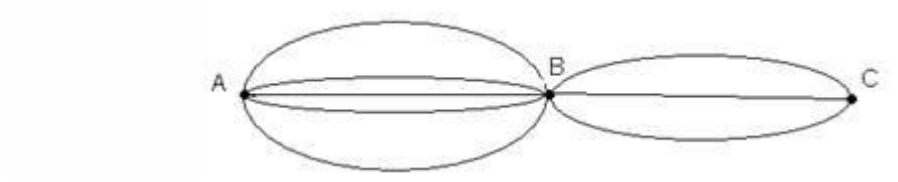
1. Дан орграф. Построить матрицу инцинденций для дуг орграфа.



2. Дан орграф. Упорядочить вершины данного графа и построить изоморфный граф, следуя методу Фалкерсона.

3. Дан орграф. Найти кратчайший путь из вершины x_4 в вершину x_3.

4. Вершины графа обозначают населенные пункты, ребра – дороги. Сколькими способами можно выбрать путь из А в С? Сколькими способами можно доехать из А в С, затем вернуться обратно, если нельзя проезжать дважды по одной и той же дороге?

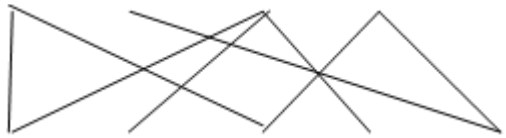


5. Среди семи стран установлены экономические отношения, причем каждая страна имеет экономические договоры с каждой другой страной. Изобразите в виде графа результат установленных экономических отношений. Сколько ребер имеет полученный граф?

6. Можно ли расположить на плоскости 6 точек и соединить их непересекающимися отрезками так, чтобы каждая точка была соединена ровно с четырьмя другими?

7. Решить задачу нахождения кратчайшего пути технологического маршрута, используя индивидуальные назначения на станки, а время выполнения операций подходящими станками и время транспортировки представлены в табл.

. O1 . O2 .O3 . O4



. C1 . C2 .C3 . C4 . C5

	C1	C2	C3	C4	C5
O1	3		4		
O2		2			6
O3	2	7		5	
O4			3		8

8. Найти максимум целевой функции $F(x_1, x_2) = x_1 + 4x_2$ с заданными ограничениями графическим способом.

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \geq 12 \\ x_1 + 3x_2 \geq 24 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

9. Для данной целевой функции $F(y_1, y_2, y_3) = 6y_1 + 9y_2 + 13y_3$ с ограничениями

$$\begin{cases} y_1 - y_2 + y_3 \geq 3 \\ y_1 - 3y_2 - 2y_3 + 12 \leq 0 \\ y_j \geq 0; \quad j = 1,2,3 \end{cases}$$

составить двойственную задачу.

10. Составить задачу, двойственную следующей: найти минимум функции $F(x_1, x_2, x_3) = 5x_1 + 4x_2 + x_3$ при ограничениях

$$\begin{cases} -x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 1 \\ x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 2 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -1 \\ x_1 - x_2 + x_3 \leq 6 \\ x_1 \geq 0; \quad x_3 \leq 0 \\ x_2 - \text{без ограничения знака} \end{cases}$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Найти численное решение линейной краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка конечно-разностным методом, используя аппроксимацию производных второго порядка и шаг $h = 0{,}1$.

$$\begin{cases} y'' - xy' + 2y = x + 1; \\ y(0{,}9) - 0{,}5y'(0{,}9) = 2, \quad y(1{,}2) = 1. \end{cases}$$

2. Найти максимум целевой функции при заданных ограничениях.

$$Z(x) = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 \to \max,$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 2x_3 \leq 6, \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 24, \\ 2x_1 + x_2 - 4x_3 + x_5 = 30. \end{cases}$$

$$x_i \geq 0, \forall i$$

Решить задачу симплексным методом.

3. Завод выпускает обычные станки с программным управлением, затрачивая на один обычный станок 200 кг стали и 200 кг цветного металла, а на один станок с программным управлением – 700 кг стали и 100 кг цветного металла. Завод может израсходовать в месяц до 46 тонн стали и до 22 тонн цветного металла.

Сколько станков каждого типа должен выпустить за месяц завод, чтобы объем реализации был максимальным, если один обычный станок стоит 2000 д.е., а станок с программным управлением 5000 д. е.

Решить задачу линейного программирования а) графическим методом; б) симплекс-методом.

4. Имеются четыре предприятия и сведения о том, какой прирост продукции они дадут в конце года, если между ними распределить 100 у. е. средств. Значения прироста выпуска продукции на предприятиях, в зависимости от выделенных средств X , представлены в таблице.

X	$g_1(x)$	$g_2(x)$	$g_3(x)$	$g_4(x)$
20	15	14	13	17
40	30	32	25	24
60	41	49	42	38
80	52	70	54	57
100	64	67	68	72

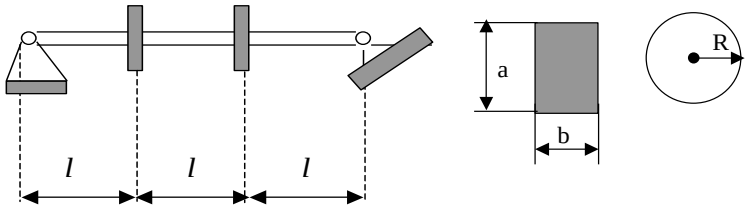
Составить оптимальный план распределения средств, позволяющий максимизировать общий прирост выпуска продукции.

5. Для изготовления трех видов изделий *A*, *B*, *C* используется токарное, фрезерное и сварочное оборудование. Затраты времени на обработку одного изделия, общий фонд рабочего времени каждого из типов используемого оборудования, а также прибыль от реализации заданы в таблице:

Тип оборудования	Затраты времени на обработку одного изделия вида:			Общий фонд рабочего времени
	A	*B*	*C*	
Фрезеровочное	2	4	5	12
Токарное	1	8	6	28
Сварочное	7	4	5	24
Прибыль	10	14	12	

Требуется определить, сколько изделий, и какого вида следует изготовить предприятию, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

6. На стальной балке прямоугольного или круглого поперечного сечения закреплены два диска массами $m_1 = m,\ \ m_2 = 2m$, как показано на рис. Длина балки равна $3l$.



Построить математическую модель движения балки, считая, что массой балки можно пренебречь по сравнению с массами дисков. Для построения дифференциального уравнения свободных колебаний балки использовать “обратный” метод составления уравнений. Сформулировать математическую задачу. Построить дискретную математическую модель задачи, заменяя производные конечно-разностными отношениями. Выписать систему алгебраических уравнений для сеточных функций, соответствующих функциям x и y. Построить графики колебаний грузов $x_1(t)$ и $x_2(t)$ по результатам расчетов.

7. Имеется тонкая эллиптическая пластина постоянной толщины, защемленная по всей границе. Уравнение границы пластины $\dfrac{x^2}{a^2}+\dfrac{y^2}{b^2}=1$, где a и b заданы. Предполагается, что пластина не испытывает сопротивления изгибу и сдвигу. Уравнением колебаний такой пластины является двумерное волновое уравнение $\dfrac{\partial^2\omega}{\partial t^2}=c^2\Delta\omega$, где $\omega=\omega(x,y,t)$, $\Delta=\dfrac{\partial^2}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2}{\partial y^2}$ - оператор Лапласа; c - скорость поперечных волн в материале.

Исходя из уравнений поперечных колебаний мембраны, и считая временную зависимость гармонической, записать задачу на собственные значения, определяющие собственные частоты колебаний пластины, и найти решение этой задачи.

8. Прямоугольная пластина, толщиной которой можно пренебречь, имеет размеры l и $2C_0$. На границах пластины заданы нормальные и касательные напряжения. Кроме того, на кромках пластины задано распределение температуры, не зависящее от времени:

$$T\big|_{x=0}=T_0;\qquad T\big|_{x=l}=T_1;\qquad T(x,\pm C_0)=T_0+\frac{x}{l}(T_1-T_0).$$

Построить математическую модель задачи, определяющую поле деформаций пластины. Для этого необходимо найти распределение напряжений пластины, решив дифференциальное уравнение равновесия при заданных

значениях на границе, и найти распределение температуры в узлах выбранной сетки, решив уравнение теплопроводности.

9. Дан призматический стержень длиной l прямоугольного сечения $-a \le x \le a, \quad -b \le y \le b$. На каждом из торцов стержня распределены силы, статистические эквиваленты которых равные по величине и противоположные по направлению, моменты сил, действующие в плоскостях торцов. Считать, что на боковой поверхности силы отсутствуют, и нет никаких связей, стесняющих деформацию стержня.

Записать уравнения равновесия и граничные условия к ним, считая, что перемещения вдоль осей OX и OY такие, как в случае круглого стержня. Ввести функцию напряжения при кручении (функцию Прандтля) $\Phi(x,y)$, и найти напряжения τ_{xz} и τ_{yz} через Функцию $\Phi(x,y)$.

10. Прямоугольная пластина $2a \times 2b$ испытывает нагрузку, распространенную на малой площади S в окрестности центра $h_1 \times h_2$. Предполагается, что нагрузка распределена равномерно

$$p(x,y) = \begin{cases} 1, & внутри S, \\ 0, & вне S. \end{cases}$$

Построить математическую модель задачи, определяющую перемещение пластины, записать краевые условия. Записать дискретную модель этой задачи, заменив производные их конечно-разностными отношениями. Составить систему уравнений для $1/4$ части пластины и получить численное решение этой системы.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Задачи и цели моделирования. Виды, классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
2. Этапы решения задачи математического моделирования.
3. Теоретико-множественное определения графа. Матричные способы задания графа.
4. Упорядочение элементов орграфа.
5. Матричный способ упорядочивания вершин на примере орграфа.
6. Сформулируйте задачу о кратчайшем пути.
7. Алгоритм поиска кратчайшего пути.
8. Задача формирования технологической операции.
9. Задача балансировки технологического маршрута.
10. Основные задачи линейного программирования.
11. Графический метод решения задачи линейного программирования. Допустимое и оптимальное решение.

12. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Нахождение начального опорного плана. Нахождение оптимального плана.
13. Двойственная задача линейного программирования. Теоремы двойственности.
14. Математические модели транспортных задач с дополнительными ограничениями. Транспортная задача по критерию времени.
15. Математическая модель распределительной задачи. Сведение распределительной задачи с пропорциональными ресурсами и потребностями к транспортной задаче.
16. Составление и исследование математических моделей решения задач о распределении механизмов.
17. Задача коммивояжера (задача о переналадке оборудования). Математическая модель. Схема метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера.
18. Основные понятия и задачи реологии.
19. Классические реологические модели. Определяющие соотношения.
20. Модели твердого тела в вязкоупругом и пластическом состояниях.
21. Математические модели, учитывающие наследственность.
22. Математическая модель термоупругого поведения. Термомеханические эффекты в материалах.
23. Тонкая пластина. Математическая модель поперечных колебаний.
24. Определение напряжений при кручении стержня.
25. Вариационный метод Ритца.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Разработан фонд оценочных средств, состоящий из заданий. Каждое задание включает один теоретический вопрос и две практические задачи. Правильный ответ на вопрос оценивается 10 баллами, правильное решение каждой задачи оценивается 10 баллами: 5 баллов – задача, 5 баллов - ответ. Максимальное количество набранных баллов – 30.

«Зачтено» ставится в случае, если обучающийся набрал от 16 до 30 баллов.

«Не зачтено» ставится в случае, если обучающимся набрано менее 16 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	ОПК-1	Задание, устный опрос, зачет.
2	Решение технологических задач с помощью теории графов	ОПК-1	Задание, устный опрос, зачет.
3	Использование методов линейного программирования при решении технологических задач	ОПК-1	Задание, устный опрос, зачет.
4	Математическое моделирование в кузнечно-прессовом оборудовании с элементами теории упругости и пластичности	ОПК-1	Задание, устный опрос, зачет.

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

Подготовка ответа на вопрос теории осуществляется в письменном и устном виде. Время подготовки ответов на вопрос задания 20 минут. Затем преподавателем осуществляется проверка подготовленных ответов, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка ее решения, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка ее решения, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться справочниками и рабочей программой дисциплины.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Кузнецова В.И. [и др.]. Линейное программирование [Текст]: учеб. пособие / В.И. Кузнецова, В.Г. Курбатов. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. – 95 с.

2. Бырдин, А. П. [и др.]. Введение в математическое моделирование в кузнечно-прессовом оборудовании с элементами теории упругости и пластичности [Текст]: учеб. пособие / А.П. Бырдин, А.А. Сидоренко, Л.П. Цуканова. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т , 2003. – 157 с.

3. Балдин, К. В. [и др.]. Математическое программирование [Текст]: учебник / К.В. Балдин, Н.А. Брызгалов, А.В. Рокосуев; под ред. К.В. Балдина. – М. Дашков и К., 2010. – 220 с.

Дополнительная литература

4. Ашихмин, В. Н.. Введение в математическое моделирование [Текст]: учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]; под ред. П.В. Трусова. – М.: ЛОГОС, 2007. – 440 с.

5. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: методические указания к проведению практических занятий для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» заочной формы обучения / ФГБОУ ВО «ВГТУ»; сост. А.П. Бырдин, А.А. Сидоренко. – Регистр. № 433-2021. – 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:
Microsoft Office
ОС Windows 7 Pro
Google Chrome
Mozilla Firefox
PDFCreator

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
http://www.edu.ru/

Образовательный портал ВГТУ
https://education.cchgeu.ru/
Информационная справочная система
http://window.edu.ru
https://wiki.cchgeu.ru/
Электронный каталог научной библиотеки:
https://cchgeu.ru/university/elektronnyy-kataloq/
Современные профессиональные базы данных:
Ресурс машиностроения
Адрес ресурса: http://www.i-mash.ru/
Портал машиностроения
Адрес ресурса: http://www.mashportal.ru/main.aspx
Портал Машиностроение
Адрес ресурса: http://omashinostroenie.com/
Машиностроение: сетевой электронный журнал
Адрес ресурса: http://indust-engineering.ru/archives-rus.html
Библиотека Машиностроителя
Адрес ресурса: https://lib-bkm.ru/14518

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы №301/2 114/2 306/2

Специализированное помещение для проведения лекционных занятий, оснащенное доской, учебными столами, стульями и оборудованием для демонстрации наглядного материала.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы математического моделирования» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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

Практические занятия позволяют научиться применять методы и алгоритмы математических моделей для проектирования технологических и производственных процессов, теоретические знания, полученные на лекции.

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

Контроль усвоения материала дисциплины проводится проверкой практических работ и защитой практических работ.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания. 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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету 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			