

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



**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 / 4 г 11 м  
**Форма обучения** Очная / Заочная  
**Год начала подготовки** 2022 г.

Автор программы  / А.А Сидоренко /

Заведующий кафедрой  
прикладной математики и механики  / В. И Рязских. /

Руководитель ОПОП  / М.Н. Краснова. /

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 обязательной части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 – Способен применять естественно-научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-1	Знает 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.
	Умеет разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы;
	Владеет навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет	зачёт	зачёт			
Общая трудоемкость	108 час	108			
	зач. ед.	3	3		

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			
В том числе:					
Лекции	4	4			
Практические занятия (ПЗ)	4	4			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>96</b>	<b>96</b>			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет	4, зачет	4, зачет			
Общая трудоемкость	108 час	108			
	зач. ед.	3	3		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Эмпирические математические модели	Введение. Классификация математических моделей. Методы синтеза эмпирических математических моделей. Сущность подхода «чёрный ящик». Метод наименьших квадратов.	4	8	-	12	24
2	Линейные динамические системы	Теория динамических систем. Преобразование Лапласа. Передаточные функции. Типовые динамические звенья. Аппроксимация экспериментальных данных.	4	8	-	12	24
3	Математические модели с сосредоточенными параметрами	Общий подход к разработке математических моделей с сосредоточенными параметрами. Разработка математических моделей с сосредоточенными параметрами на примере тепловых и гидродинамических систем.	4	8	-	12	24
4	Математические модели с распределенными параметрами	Общий подход к разработке математических моделей с распределенными параметрами. Уравнения математической физики. Разработка математических моделей с сосредоточенными параметрами на примере тепловых систем.	6	12	-	18	36
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Эмпирические математические модели	Введение. Классификация математических моделей. Методы синтеза эмпирических математических моделей. Сущность подхода «чёрный ящик». Метод наименьших квадратов.	1	1	-	24	26
2	Линейные динамические системы	Теория динамических систем. Преобразование Лапласа. Передаточные функции. Типовые динамические звенья. Аппроксимация экспериментальных данных.	1	1	-	24	26
3	Математические модели с сосредоточенными параметрами	Общий подход к разработке математических моделей с сосредоточенными параметрами. Разработка математических моделей с сосредоточенными параметрами на примере тепловых и гидродинамических систем.	1	1	-	48	52
4	Математические модели с распределенными параметрами	Общий подход к разработке математических моделей с распределенными параметрами. Уравнения математической физики. Разработка математических моделей с сосредоточенными параметрами на примере тепловых систем.	1	1	-		
Зачет							4
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень практических работ

№ п/п	Наименование практической работы	Содержание
1	Разработка эмпирической математической модели на основе линейной зависимости	Обработка экспериментальных данных. Выбор структуры математической модели. Определение параметров математической модели методом наименьших квадратов. Оценка ошибок расчётов.
2	Разработка эмпирической математической модели на основе нелинейной зависимости	Обработка экспериментальных данных. Выбор нелинейной структуры математической модели. Линеаризация зависимости. Определение параметров математической модели методом наименьших квадратов. Оценка ошибок расчётов.
3	Линейные динамические системы	Определение передаточной функции объекта для заданной структурной схемы и известных передаточных функций элементов системы. Вычисление временных характеристик и исследование отклика системы.
4	Оценка параметров динамической системы по экспериментальным данным	Выбор структуры передаточной функции по виду графика экспериментальных данных. Оценка параметров передаточной функции и оценка ошибок расчётов.
5	Математические модели с сосредоточенными параметрами тепловых систем	Выбор структуры математической модели тепловой системы на основе постановки задачи. Вычисление зависимости, описывающей изменение заданного параметра.
6	Математические модели с сосредоточенными параметрами гидродинамических систем с протекающей химической реакцией	Выбор структуры математической модели гидродинамической системы на основе постановки задачи. Вычисление зависимости, описывающей изменение заданного параметра.
7	Математические модели с распределёнными параметрами тепловых систем	Выбор структуры математической модели тепловой системы на основе постановки задачи. Решение задачи методом Фурье.
8	Математические модели с распределёнными параметрами тепловых систем	Выбор структуры математической модели тепловой системы на основе постановки задачи. Решение задачи методом сеток.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсовых проектов и контрольных работ.

## 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	Знает 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.	Активная работа на практических занятиях, ответ на не менее половины заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы;	Решение стандартных практических задач.	Выполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владет навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение практических работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения и в 4 семестре для заочной формы обучения по системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	Знает 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.	Задание	Выполнение задания на 70-100%	В задании менее 70% правильных ответов
	Умеет разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы;	Задание	Выполнение задания на 70-100%	В задании менее 70% правильных ответов

	Владеет навыками работы по выбору и применению математических моделей в машиностроении	Задание	Выполнение задания на 70-100%	В задании 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**

#### **Тестовое задание по теме «Основы математического моделирования»**

##### *1. Модель это*

- а)** физический или абстрактный образ моделируемого объекта, удобный для проведения исследований и адекватно отражающий свойства и характеристики объекта
- б)** алгоритм функционирования моделируемого объекта, отражающий свойства и характеристики объекта
- в)** образ моделируемого объекта, качественно верно описывающий свойства и характеристики объекта

##### *2. Предметная модель*

- а)** имеет ту же физическую природу, что и объект моделирования
- б)** может иметь иную физическую природу
- в)** носит абстрактный характер

##### *3. Математическая модель это*

- а)** совокупность отношений между математическими объектами, адекватно отражающих свойства и характеристики объекта
- б)** совокупность математических объектов и отношений между ними, адекватно отражающих свойства и характеристики объекта
- в)** совокупность графических объектов и отношений между ними, адекватно отражающих свойства и характеристики объекта

##### *4. Структура модели это*

- а)** неупорядоченное множество элементов и их отношений
- б)** упорядоченное множество элементов
- в)** упорядоченное множество элементов и их отношений

##### *5. Внутренним параметром модели технической системы может быть*

- а)** масса, плотность, расход
- б)** входное воздействие
- в)** погрешность расчётов

##### *6. По степени абстрагирования математические модели делят на*

- а) теоретические и экспериментальные
- б) детерминированные и вероятностные
- в) микроуровневые, макроуровневые и метауровневые

7. Модели макроуровня описываются

- а) графами
- б) уравнениями в частных производных
- в) обыкновенными дифференциальными уравнениями

8. Модели микроуровня описываются

- а) графами
- б) уравнениями в частных производных
- в) обыкновенными дифференциальными уравнениями

9. Модели метауровня описываются

- а) графами
- б) уравнениями в частных производных
- в) обыкновенными дифференциальными уравнениями

10. В основе эмпирического метода лежит метод

- а) чёрного ящика
- б) абстракции
- в) декомпозиции

11. Передачу тепла за счёт теплопроводности описывает

- а) закон Фурье
- б) закон Ньютона-Рихмана
- в) закон Ома

11. Передачу тепла за счёт конвекции описывает

- а) закон Фурье
- б) закон Ньютона-Рихмана
- в) закон Стефана-Больцмана

11. Передачу тепла за счёт излучения описывает

- а) закон Фурье
- б) закон Ньютона-Рихмана
- в) закон Стефана-Больцмана

12. Диссипативные свойства гидравлической системы определяются

- а) плотностью
- б) вязкостью
- в) давлением

13. Передаточная функция это

- а) отношение выхода системы к её входу при нулевых начальных условиях
- б)** отношение изображения выхода системы к изображению входа при нулевых начальных условиях
- в) отношение изображения выхода системы к изображению входа

14. При последовательном соединении передаточные функции

- а) интегрируются
- б)** перемножаются
- в) складываются

15. При параллельном соединении передаточные функции

- а) интегрируются
- б)** перемножаются
- в)** складываются

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

### 2 семестр

1. Имеются данные ( $n=9$ ) о растворимости  $y$  натриевой селитры  $\text{NaNO}_3$  на 100 г воды в зависимости от температуры  $x$ , °С:

$x_i$ , °С	0	4,0	10,0	15,0	21,0	29,0	35,0	51,0	68,0
$y_i$	65,2	73,0	76,3	80,6	87,6	92,9	101,5	115,5	125,1

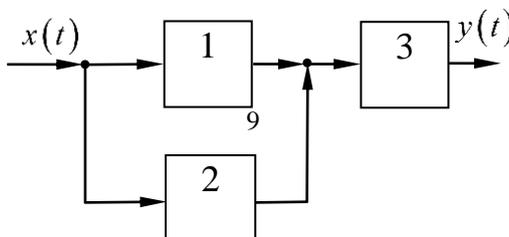
В предположении о линейной зависимости растворимости натриевой селитры  $y$  от температуры  $x$ , используя МНК, определить коэффициенты линейного уравнения регрессии. Найти относительную ошибку аппроксимации. Спрогнозировать значение растворимости натриевой селитры при температуре  $x^* = 40,0$  °С.

2. Имеются экспериментальные данные ( $n=6$ ) о зависимости некоторой физической величины  $y$  от  $x$ :

$x_i$	1	2	3	4	5	6
$y_i$	1,0	1,5	3,0	4,5	7,0	8,5

В предположении о квадратичной зависимости  $y$  от  $x$  в виде уравнения (8), используя МНК, определить коэффициенты квадратичного уравнения регрессии. Найти относительную ошибку аппроксимации. Спрогнозировать значение функции отклика при значении входной переменной  $x^* = 4,5$ .

3. Дана структурная схема объекта моделирования



1 – аperiodический устойчивый элемент с характеристиками  $T_1 = 0,5$ ;  $k_1 = 0,2$ ;

2 – интегрирующий элемент с характеристиками  $k_2 = 0,1$ ;

3 – запаздывающий элемент с характеристиками  $\tau_3 = 0,3$ ;  $k_3 = 1$ .

Входные сигналы:  $x(t) = 1(t)$ ,  $x(t) = \delta(t)$ ,  $x(t) = \cos(t)$ .

Получить:

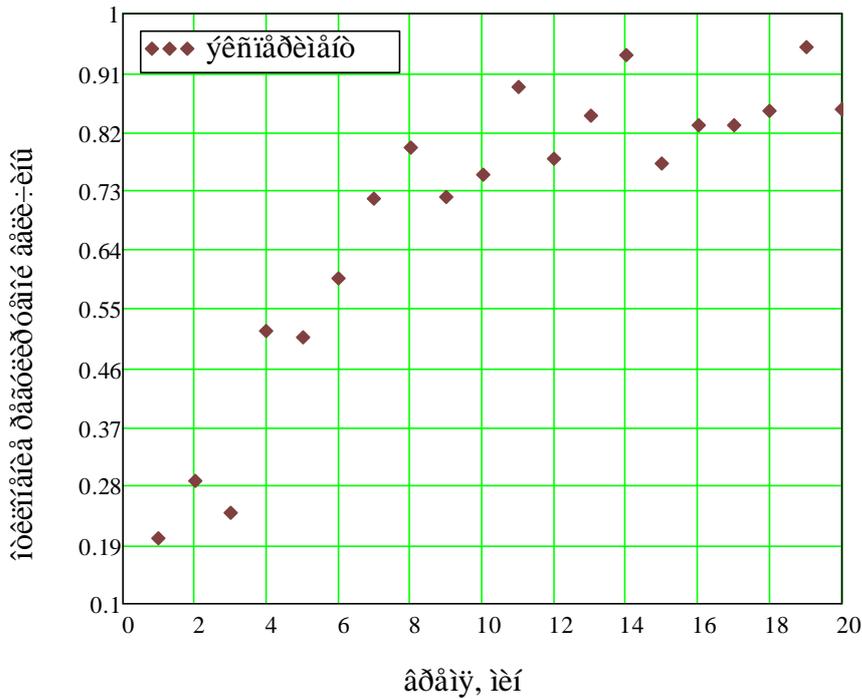
1. Математическое описание с помощью передаточных функций и найти оригинал изображения с помощью стандартных таблиц или Wolfram Alpha.

2. Построить график для  $y(t)$  для заданных входных сигналов.

4. В контуре регулирования температуры в сборочном цеху необходимо определить передаточную функцию по каналу «расход воздуха из системы кондиционирования» - «температура в цеху». При изменении положения регулирующего органа на 20 % от номинального положения получены записи регистрирующего температуру прибора (термометр сопротивления, измеритель-регулятор температуры). По данным эксперимента, получена кривая разгона, представленная в таблице 3 и рис. 17.

Таблица 3

Время, мин	Температура в кабине, °C	Температура в кабине (отклонение), °C
0	24	0
1	24,199	0,199
2	24,287	0,287
3	24,239	0,239
4	24,516	0,516
5	24,507	0,507
6	24,596	0,596
7	24,719	0,719
8	24,796	0,796
9	24,721	0,721
10	24,754	0,754
11	24,887	0,887
12	24,778	0,778
13	24,844	0,844
14	24,936	0,936
15	24,772	0,772
16	24,829	0,829
17	24,829	0,829
18	24,853	0,853
19	24,95	0,95
20	24,854	0,854



Выбрать структуру передаточной функции объекта и идентифицировать её параметры.

**5.** Составить математическую модель стационарного распределения температуры внутри плоской стенки для заданных параметров модели, получить выражение для параметра модели указанного в задании (знак «?»). Исследовать влияние на распределение температуры параметра, указанного в задании (перечислен ряд значений).

Примечание. Коэффициент теплопроводности подобрать в соответствии с материалом самостоятельно, используя справочные данные или базу данных Wolfram Alpha.

№ варианта	Ширина $h$ , м	Тепловой поток $Q$ , Вт	Материал	Площадь $S$ , м <sup>2</sup>	Температура на внешней стороне $T_0$ , °C	Температура на внутренней стороне $T$ , °C
1	0.04;0.05;0.06	20	Бетон	0.5	?	10

**6.** Составить математическую модель конвективного охлаждения (нагрева) тела для заданных параметров модели, получить выражение для параметра модели указанного в задании (знак «?»). Исследовать влияние на динамику охлаждения (нагрева) параметров, указанных в задании (перечислен ряд значений и диапазон изменения).

Примечание. Коэффициент теплоёмкости подобрать в соответствии с материалом самостоятельно.

№ вари	Коэффициент	Материал	Площадь $S$ , м <sup>2</sup>	Температура на	Температура	Температура	Масса, кг	Время, с
--------	-------------	----------	------------------------------	----------------	-------------	-------------	-----------	----------

ри-анта	теплоотдачи $\alpha$ , Дж/(с·м <sup>2</sup> ·К)			окружающего воздуха $T_{окр}$ , °С	начальная $T_0$ , °С	конечная $T_{кон}$ , °С		
1	?	Золото	0.01; 0.02; 0.03	25	120	30	0.2-0.7	120

**7.** Составить математическую модель конвективного охлаждения (нагрева) тела для заданных параметров модели, получить выражение для параметра модели указанного в задании (знак «?»). Исследовать влияние на динамику охлаждения (нагрева) параметров, указанных в задании (перечислен ряд и диапазон значений). Найти установившиеся значения температуры.

Примечание. Коэффициент теплоёмкости подобрать в соответствии с материалом самостоятельно.

№ варианта	Коэффициент теплоотдачи $\alpha$ , Дж/(с·м <sup>2</sup> ·К)	Материал	Площадь S, м <sup>2</sup>	Температура на окружающего воздуха $T_{окр}$ , °С	Температура начальная $T_0$ , °С	Температура конечная $T_{кон}$ , °С	Масса, кг	Время, с	Тепловой поток, Вт
1	?	Золото	0.01; 0.02; 0.03	25	20	30	0.2	120	50-70

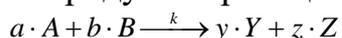
**8.** Решить методом конечных разностей первую краевую задачу для линейного уравнения теплопроводности на отрезке прямой длиной  $L=5$  за промежуток времени  $[0, 10]$ , если заданы число отрезков разбиения  $N=10$ , коэффициент теплопроводности  $a^2 = 1$ , начальное условие  $u(x,0) = x + 2$  и граничные условия на концах отрезка  $u(0,t) = \Psi_1(t) = t + 2$  и  $u(L,t) = \Psi_2(t) = 7$ .

Построить распределения температуры по длине стержня в моменты времени: начальный, конечный и три промежуточных, а также изменение температуры во времени в начале стержня, при длине  $L$  и три промежуточных.

**9.** Решить начально-краевую задачу для однородного уравнения теплопроводности с однородными граничными условиями и заданным начальным условием методом разделения переменных Фурье

$$\begin{cases} \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \\ u(x,0) = 3 \sin 2x - \sin 3x \\ u(0,t) = 0 \\ u(\pi,t) = 0 \end{cases}$$

10. Составить дифференциальные уравнения для химической реакции. Решить уравнения и исследовать динамику изменения концентрации реагирующих веществ и продуктов реакции при разных начальных условиях.



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятия модели и моделирования.
2. Понятие математического моделирования.
3. Классификация математических моделей.
4. Этапы математического моделирования.
5. Эмпирическое моделирование.
6. Метод наименьших квадратов.
7. Оценка качества математической модели.
8. Определение динамической системы.
9. Передаточная функция.
10. Решение ОДУ с помощью преобразования Лапласа.
11. Передаточные функции типовых динамических звеньев.
12. Идентификация передаточной функции по экспериментальным данным.
13. Правила преобразования структурных схем.
14. Уравнение теплопередачи.
15. Закон теплопроводности Фурье.
16. Принцип синтеза математических моделей на макроуровне.
17. Закон Ньютона-Рихмана.
18. Закон теплопередачи Стефана-Больцмана.
19. Составление уравнений теплового баланса.
20. Принципы составления дифференциальных уравнений химической кинетики.
21. Модели идеальных потоков.
22. Принципы синтеза математических моделей на микроуровне.
23. Уравнения математической физики.
24. Краевые условия.
25. Уравнения Навье-Стокса и непрерывности.
26. Постановка сопряженных задач тепломассопереноса.

### **7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену** Не предусмотрен

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам, каждый из которых содержит 1 теоретический вопрос и 1 стандартную задачу. Зачет для студентов проводится по смешанной системе (письменно - устно). Студент должен дать полный письменный ответ на билет. Затем преподаватель беседует со студентом. Возможны дополнительные вопросы.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 2 баллами, задача 3 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 16.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.
2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 16 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Эмпирические математические модели	ОПК-1	Задание, тест, практическая задача, устный опрос, зачет
Линейные динамические системы	ОПК-1	Задание, тест, практическая задача, устный опрос, зачет
Математические модели с сосредоточенными параметрами	ОПК-1	Задание, тест, практическая задача, устный опрос, зачет
Математические модели с распределенными параметрами	ОПК-1	Задание, тест, практическая задача, устный опрос, зачет

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

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест - заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении и промежуточной аттестации.

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

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осу-

ществляется проверка решения задач экзаменатором 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**

1. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. пособие для втузов: В 2 ч. Ч.1. – М.: ИД ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003. – 304с.
2. Юдович В.И. Математические модели естественных наук, Лань, 2022, 336 с.
3. Лунгу К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 132 С.
4. Арзамасцев А. А., Зенкова Н. А. Математические модели естественных наук, Лань, 2021, 102 с.

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

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте

1. <http://catalog.vorstu.ru>
2. [http://education.vorstu.ru/departments\\_institute/imat/pmm/](http://education.vorstu.ru/departments_institute/imat/pmm/)

Методические материалы по разделам математики представлены на сайтах

1. <http://mathportal.net/>
2. <https://www.webmath.ru/>

Для выполнения лабораторных работ необходимо программное обеспечение Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

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

Для проведения лекционных занятий используется аудитория № 104 учебного корпуса №2, оснащенная плакатами, учебно-методическими материалами, необходимыми для проведения лабораторных работ:

- 8 персональных компьютеров типа mATX 350W/Cel E3400 с монитором, клавиатурой и мышью;
- сервер;
- коммутатор TP Link;
- проектор Epson;
- программное обеспечение Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

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

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- 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;
- работа над темами для самостоятельного изучения;

- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачётам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- промежуточный (опрос, отчет по лабораторным работам);
- итоговый (зачёт).

Для успешной сдачи зачёта необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к зачёту следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до зачёта. Данные перед зачетом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 лабораторном 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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студента включает в себя изучение конспекта лекций, учебных вопросов, выполнение заданий, выданных преподавателем на самостоятельную работу, оформление отчетов по лабораторным работам.
Подготовка к зачёту	При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на лабораторных 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	31.08.2022	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2022	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2022	