МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета инженерных систем и сооружений
_____ (Н.А. Драпалюк)
«29»___06____ 2018.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Математическое моделирование»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Вентиляция промышленных предприятий и объектов топливно-энергетических комплексов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2года 4мес.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы
к.ф.-м. н., доц. _____ /Соболева Е.А./

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

Руководитель ОПОП _____ /Новосельцев Б.П./

Воронеж 2018

1.1. Цели дисциплины

Расширить представление магистров о математике и привитие навыков использования ее специальных разделов в области исследования строительных конструкций и изделий на основе эффективных композитов в практике строительства и их применение в курсовом и дипломном проектировании.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучитьспециальные разделы математики, используемые в математическом моделировании строительных конструкций и изделий на основе эффективных композитов;
- получить навыки использования этих разделов математики;
- применять их в курсовом и дипломном проектировании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» (Б1.О.03)относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1- способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основы математической обработки результатов измерений,
	уметь аппроксимировать и интерполировать опытные данные
	владеть навыками и опытом разработки математических моделей.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	
Аудиторные занятия (всего)	54	54	
В том числе:			
Лекции	18	18	
Практические занятия (ПЗ)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	90	90	
Курсовой проект			
Контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации – экзамен	36	36	
Общая трудоемкость час	180	180	
зач. ед.	5	5	

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	
Аудиторные занятия (всего)	16	16	
В том числе:			
Лекции	8	8	
Практические занятия (ПЗ)	8	8	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Самостоятельная работа	155	155	
Курсовой проект			
Контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации – экзамен	9	9	
Общая трудоемкость час	180	180	
зач. ед.	5	5	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Лекц	Практ зан.	Лаб .зан.	СРС	Всего, час
1	Основы математического моделирования.	Математическое моделирование: история развития и основные задачи. Основные виды математических моделей и области их применения. Примеры использования некоторых математических моделей. Ос-	8	14	-	40	62

		новные этапы математического моделирования. Классификация уравнений математической физики. Уравнение волновых движений. Уравнение теплопроводности.					
2	Основные понятия теориистатистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	Основные понятия. Принципы планирования эксперимента. Выборки и их характеристики. Элементы теории оценок. Проверка статистических гипотез. Проверка адекватности моделей. Критерии оценки адекватности математической модели. Оценка точности результатов моделирования.	8	16	-	40	66
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	Определение парной регрессии и основные задачи построения парной регрессии. Линейная парная регрессия. Вычисление оценок для коэффициентов линейной парной регрессии на основе метода наименьших квадратов.	2	6	-	10	16
		Итого	**18**	**36**	**-**	**90**	**144**

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Практ зан.	Лаб зан.	СРС	Всего, час
1	Основы математического моделирования.	Математическое моделирование: история развития и основные задачи. Основные виды математических моделей и области их применения. Примеры использования некоторых математических моделей. Основные этапы математического моделирования Классификация уравнений математической физики. Уравнение волновых движений. Уравнение теплопроводности.	2	2	-	60	64
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	Основные понятия. Принципы планирования эксперимента. Выборки и их характеристики. Элементы теории оценок. Проверка статистических гипотез. Проверка адекватности моделей. Критерии оценки адекватности математической модели. Оценка точности результатов моделирования.	4	4	-	60	68
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	Определение парной регрессии и основные задачи построения парной регрессии. Линейная парная регрессия. Вычисление оценок для коэффициентов линейной парной регрессии на основе метода наименьших квадратов.	2	2	-	35	39
		Итого	**8**	**8**	**-**	**155**	**171**

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.3 Перечень практических занятий

Наименование раздела	Тема практического занятия	Трудоемкость (час)
1	Математическое моделирование, классификация математических моделей и основные этапы математического моделирования.	2
2	Математическое моделирование на основе фундаментальных законов природы. Движение шарика, присоединенного к пружине.	2
3	Вариационные принципы и математические модели.	2

4	Классификация уравнений математической физики.	2
5	Методы решения волновых уравнений. Метод Даламбера.	2
6	Методы решения волновых уравнений. Метод Фурье.	2
7	Решение уравнения теплопроводности методом Фурье.	2
8	Введение в математическую статистику. Предельные теоремы теории вероятностей. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Законы распределения случайных величин, связанные с нормальным распределением.	2
9	Первичная обработка статистических данных. Графическое изображение статистического ряда распределения. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики статистического ряда. Моменты случайных величин.	2
10	Понятие статистической оценки и ее свойства. Точечные оценки и их нахождение. Интервальные оценки.	2
11	Выравнивание статистических рядов.	2
12	Понятие статистической гипотезы и ее виды. Критическая область и ее нахождение. Проверка параметрических гипотез. Выдвижение и проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности.	2
13	Проверка гипотезы о равенстве генеральных дисперсий.	2
14	Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Пирсона.	4
15	Зависимости между случайными величинами. Корреляционное поле. Линейная парная регрессия. Нелинейная парная регрессия. Коэффициент корреляции и его свойства. Проверка значимости коэффициента корреляции. Корреляционная таблица. Корреляционное отношение и его свойства.	2
16	Подбор уравнения регрессии для бесповторной выборки.	2
17	Корреляционно-регрессионный анализ статистических данных для сгруппированной выборки.	2

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

Не предусмотрено учебным планом

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

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

«отлично»

«хорошо»

«удовлетворительно»

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл	Не аттест

	сформированность компетенции						
ОПК-1	Знать методы математического моделирования, типовые схемы моделирования, умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаях в строительстве, владеет методами построения типовых математических моделей.	знание учебного материала умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала. Студент демонстрирует **ярко выраженную** способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения заданий	Студент демонстрирует значительное понимание материала. Студент **демонстрирует способность** использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения заданий	Студент демонстрирует частичное понимание материала. Способность студента продемонстрировать знание, умение, навык выражена слабо	1. Студент демонстрирует незначительное понимание материала. **2.** Студент **недемонстрирует способность** использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения 3. Студент демонстрирует непонимание заданий. 4. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задания.	Студент не проходил процедуру текущего контроля (аттестации)

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения в идее экзамена по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Отлично**	**Хорошо**	**Удовл**	**Неудовл**
ОПК-1	Знать методы математического моделирования, типовые схемы моделирования, умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаях в строительстве, владеет методами построения типовых математических моделей.	знание учебного материала умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала. Студент демонстрирует **ярко выраженную** способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	Студент демонстрирует значительное понимание материала. Студент **демонстрирует способность** использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	Студент демонстрирует частичное понимание материала. Способность студента продемонстрировать знание, умение, навык выражена слабо	Студент демонстрирует незначительное понимание материала. студент **недемонстрирует способность** использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения Студент демонстри-

		учебных заданий				рует непонимание заданий. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задания.

В случае проведения экзамена в виде теста, используются следующие критерии:

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Вид оценочного средства	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	Знать методы математического моделирования, типовые схемы моделирования,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаях в строительстве,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеет методами построения типовых математических моделей.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

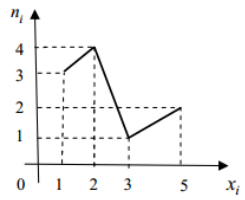
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

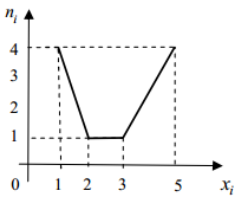
7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

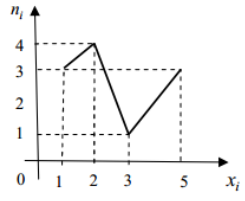
Задание 1. (*Выберите один вариант ответа*)

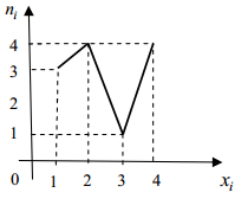
Статистическое распределение выборки имеет вид …

x_i	*2*	*3*	*7*	*10*
n_i	*4*	*7*	*5*	*4*

Тогда относительная частота варианты $x1 = 2$ равна …
*Варианты ответа:*1) 4; 2) 0,4; 3) 0,2; 4) 0,1.
Задание 2. (*Выберите несколько вариантов ответа*)
Выборками, заданными полигонами частот, объем которых равен10, являются…
Варианты ответа:
1)


2)


3)


4)


Задание 3. (*Выберите ответы согласно тексту задания*)
Установите соответствие между оценкой и её свойством:
a) Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру.
b) Статистическая оценка, которая при увеличении объема выборки ($n\to\infty$) стремится по вероятности к оцениваемому параметру.
c) Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки.
d) Статистическая оценка, которая имеет наименьшую возможную дисперсию.
Варианты ответа: 1) несмещенная; 2) смещенная;3) эффективная; 4) состоятельная.
Задание 4. (*Выберите один вариант ответа*)
Для выборки объемом $n = 9$ вычислена выборочная дисперсия $D_B= 72$. Тогда несмещенная и состоятельная оценка дисперсии для этой выборки равна …
*Варианты ответа:*1) 64; 2) 81; 3) 80; 4) 88.
Задание 5. (*Выберите один вариант ответа*)
При статистической проверке гипотез критические точки – это…
Варианты ответа:
1) множество точек, образующих область принятия H_0; 2) множество точек, образующих область принятия H_1; 3) точки, разделяющие область принятия гипотезы H_0 и область отвержения H_0; 4) область существования H_0.
Задание 6. (*Выберите один вариант ответа*)
Ошибка первого рода состоит в том, что ...
Варианты ответа:
1) гипотеза H_0 верна и ее принимают согласно критерию; 2) гипотеза H_0 верна и ее отвергают согласно критерию; 3) гипотеза H_0 не верна и ее отвергают

согласно критерию; 4) гипотеза H_0 не верна и ее принимают согласно критерию.

Ошибка второго рода состоит в том, что …

Варианты ответа:

1) гипотеза H_0 не верна, но она принимается; 2) гипотеза H_0 верна и она принимается; 3) гипотеза H_0 не верна и она отвергается; 4) гипотеза H_0 верна, но она отвергается.

Задание 7. (*Выберите один вариант ответа*)

Критической областью называется…

Варианты ответа:

1) множество значений критерия, где H_0принимается или отвергается; 2) область, в которой *Кнабл*=*Ккр*; 3) область, в которой *Кнабл*=0.

Задание 8. (*Выберите один вариант ответа*)

Если конкурирующая гипотеза имеет вид *H*1: *x*1>*x*2, то критическая область…

Варианты ответа: 1) правосторонняя; 2) левосторонняя;3) двусторонняя; 4) любая.

Задание 9. (*Выберите один вариант ответа*)

Если в результате проверки статистической гипотезы о законе распределения генеральной совокупности установлено $\chi^2_{набл}>\chi^2_{кр}$, то наблюдаемое значение статистики $\chi^2_{набл}$

Варианты ответа:

1) попадает в критическую область и основная гипотеза отвергается; 2) не попадает в критическую область и основная гипотеза принимается; 3) попадает в область допустимых значений и основная гипотеза принимается; 4) не попадает в область допустимых значений и основная гипотеза принимается.

Задание 10. (*Выберите один вариант ответа*)

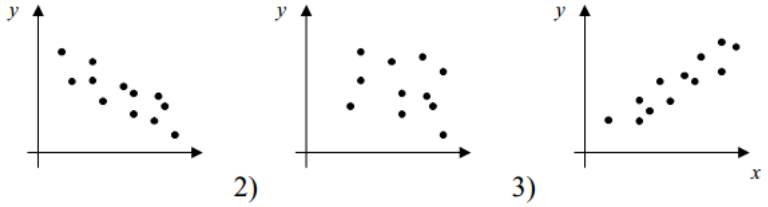
Задачей регрессионного анализа является…

Варианты ответа:

1) определение формы и изучение зависимости между переменными; 2) установление тесноты связи между факторным и результативным признаками; 3) вычисление ошибки показателя тесноты связи; 4) определение доверительного интервала для показателя тесноты связи.

Задание 11. (*Выберите ответы согласно тексту задания*)

Установите по виду корреляционного поля тип зависимости между переменными.



Варианты ответа:

a) зависимость между переменнымиотсутствует; b) обратная зависимость между переменными; c) прямая зависимость между переменными.

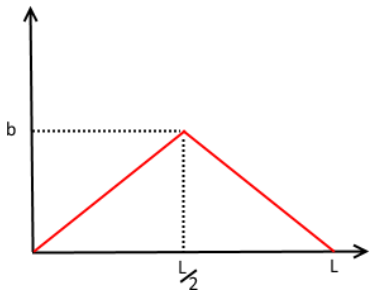
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения практических задач

Задание 1 Решить уравнение теплопроводности методом Фурье:

–

2.1	**2.2**
2.3	**2.4**
2.5	**2.6**
2.7	**2.8**
2.9	**2.10**
2.11	**2.12**
2.13	**2.14**
2.15	**2.16**
2.17	**2.18**
2.19	**2.20**

Задание 2 Решить волновое уравнение методом Фурье:



3.1	**3.2**
3.3	**3.4**
3.5	**3.6**
3.7	**3.8**
3.9	**3.10**
3.11	**3.12**
3.13	**3.14**
3.15	**3.16**
3.17	**3.18**
3.19	**3.20**

Задание 3. «Первичная обработка статистических данных».

Изучается случайная величина X – число выпавших очков при бросании игральной кости. Кость подбросили 60 раз. Требуется провести первичную обработку статистических данных:

1) записать вариационный ряд;
2) составить статистический ряд;
3) построить полигон частот;
4) найти и построить график эмпирической функции распределения;
5) найти характеристики выборки: выборочную среднюю, выборочную дисперсию и исправленную выборочную дисперсию, стандарт, размах выборки, моду, медиану, асимметрию и эксцесс.

5	1	5	6	6	1	2	6	6	6	3	6	4	5	1	5	2	1	6	4
5	4	2	2	4	2	6	1	1	5	6	1	6	6	4	3	5	2	3	6
4	1	5	6	3	2	3	3	5	2	5	6	2	3	5	4	1	2	5	3

Задание 4«Выравнивание статистических рядов».

Извлечена выборка из генеральной совокупности случайнойвеличины X.Требуется:

1) построить интервальный статистический ряд, гистограммучастот;
2) найти точечные и интервальные оценки для математического ожидания и среднего квадратического отклонения;
3) провести выравнивание статистического ряда.

1,4; 0,5; 0,9; 1,1; 0,7; 1,4; 1,0; 1,4; 0,8; 0,5; 1,3; 0,9; 1,1; 0,7; 1,4; 1,3; 0,8;1,2; 1,2; 1,2; 1,0; 0,6; 1,3; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,74 0,8;0,7; 0,9; 0,8; 1,1; 0,6;0,7; 1,0; 0,7; 1,1; 1,1; 0,7; 0,8; 1,3; 0,7; 1,1; 0,7; 0,9; 0,7; 1,2; 1,0; 0,7; 0,5;0,6; 1,2; 1,4; 0,8; 1,0; 0,7; 1,4; 1,3; 0,6.

Задание 5«Проверка гипотезы о законе распределения генеральнойсовокупности по критерию Пирсона».

Для разумного планирования и организации работы ремонтныхмастерских специальной техники оказалось необходимым изучитьдлительность ремонтных операций, производимых мастерскими.Получены результаты (сгруппированные по интервалам)соответствующего статистического обследования (фиксированыдлительности операций в 100 случаях):

$[x_i, x_{i+1})$	$[x_1, x_2)$	…	...	…	…	…	…
n_i	n_1	…	…	…	…	…	…

Требуется:

1) построить гистограмму частот;
2) найти числовые характеристики выборки $(\bar{x}_B, \bar{S}, \bar{A}, \bar{E})$;
3) по виду гистограммы и значениям числовых характеристиквыдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины X –длительности ремонтных операций, оценить параметрытеоретического закона и записать его вид;

4) проверить основную гипотезу о законе распределения *X* покритерию Пирсона (уровень значимости выбрать самостоятельно);
5) проверить две альтернативных гипотезы о законе.

$[x_i, x_{i+1})$	$[0, 3)$	$[3, 6)$	$[6,9)$	$[9,12)$	$[12,15)$	$[15,18)$	$[18,21)$	$[21,24)$
n_i	3	17	20	22	13	12	10	3

Задание 6«Подбор уравнения регрессии для бесповторной выборки».

Получены результаты наблюдений над случайными величинами*X* и *Y*:
Требуется:
1) построить точечный график зависимости *X* от *Y*;
2) по расположению точек на плоскости выбрать видгипотетической функциональной связи между *X* и *Y*;
3) определить параметры уравнения регрессии, используя методнаименьших квадратов (МНК);
4) записать уравнение регрессии и построить теоретическуюкривую;
5) оценить тесноту связи между величинами *X* и *Y*, используякоэффициент корреляции и корреляционное отношение.

x	1	2	3	4	5
y	4,3	5,3	3,8	1,8	2,3

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Математическое моделирование: история развития и основные задачи.
2. Основные виды математических моделей и области их применения.
3. Примеры использования некоторых математических моделей.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Классификация уравнений математической физики.
6. Уравнение волновых движений.
7. Уравнение теплопроводности.
8. Основные понятия. Принципы планирования эксперимента.
9. Выборки и их характеристики.
10. Элементы теории оценок.
11. Проверка статистических гипотез.
12. Проверка адекватности моделей.
13. Критерии оценки адекватности математической модели.
14. Оценка точности результатов моделирования.
15. Определение парной регрессии и основные задачи построения парной регрессии.
16. Линейная парная регрессия.
17. Вычисление оценок для коэффициентов линейной парной регрессии на основе метода наименьших квадратов.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса, 2 практические задачи и 10 тестовых заданий. Каждыйправильныйответнатеоретический вопросоценивается5баллов,практическая задача оценивается в10баллов(5балловверноерешениеи5балловзаверныйответ), каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы математического моделирования.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос

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

При проведении устного экзамена с оценкой обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене с оценкой не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Экономико-математические методы и прикладные модели : Учебное пособие / Федосеев В. В. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 304 c. - ISBN 5-238-00819-8.
URL: http://www.iprbookshop.ru/15500.html

2. Гармаш, Александр Николаевич. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст] : учебник для бакалавриата и магистратуры : рекомендовано УМО / под ред. В. В. Федосеева. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015 (Москва : Тип. "ТДДС-Столица-8"). - 328 с. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 327-328 (20 назв.). - ISBN 978-5-9916-3874-6 : 412-00.

3. Кудряшов, В. С. Моделирование систем : Учебное пособие / Кудряшов В. С. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 208 c. - ISBN 978-5-89448-912-4.
URL: http://www.iprbookshop.ru/27320.html

4. Карпов, В. В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций : Учебное пособие / Карпов В. В. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 176 c. - ISBN 978-5-9227-0436-6.
URL: http://www.iprbookshop.ru/19335.html

5. Семенов, Михаил Евгеньевич. Математическое моделирование физических процессов [Текст] : учебное пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2016 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий Воронежского ГАСУ, 2016). - 94 с. : ил. - Библиогр.: с. 93-94 (18 назв.). - ISBN 978-5-89040-628-6 : 41-40.

6. Математическое моделирование и дифференциальные уравнения [Текст] : учебное пособие для магистрантов всех направлений подготовки / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017 (Воронеж : Участок оперативной полиграфии изд-ва ВГТУ, 2017). - 148 с. : ил. - Библиогр.: с. 148 (17 назв.). - ISBN 978-5-7731-0536-7 : 41-12.

7. Моделирование систем [Текст] : учебное пособие : допущено УМО / Тамбов. гос. техн. ун-т. - Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2011 (Тамбов : ИПЦ ТГТУ, 2011). - 95 с. - Библиогр.: с. 95. - ISBN 978-5-8265-1022-3 : 30-00.

8. Основы научных исследований по управлению строительным производством [Текст] : лабораторный практикум / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : Научная книга, 2011 (Воронеж : ООО "Цифровая полиграфия", 2011). - 188 с. - Библиогр.: с. 186 (10 назв.). - ISBN 978-5-98222-730-0 : 70-00.

9. Саталкина, Л. В. Математическое моделирование : Задачи и методы механики. Учебное пособие / Саталкина Л. В. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 97 c. - ISBN 978-5-88247-584-9.
URL: http://www.iprbookshop.ru/22880.html

10. Волков, А. А. Моделирование энергоэффективных инженерных систем : Монография / Волков А. А. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 64 c. - ISBN 978-5-7264-0925-2.
URL: http://www.iprbookshop.ru/30346.html

11. **Стенюхин, Леонид Витальевич.** Практикум по уравнениям математической физики [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 80 с. : ил. - Библиогр.: с. 78-79 (16 назв.). - ISBN 978-5-7731-0618-0 : 25-15.

12. **Некрасова, Наталия Николаевна.** Математическое моделирование [Текст] : практикум / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 87 с. : черт. : табл. - Библиогр.: с. 86-87 (12 назв.). - ISBN 978-5-7731-0679-1 : 26-21.

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

- Лицензионное ПО:

LibreOffice

- Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://www.edu.ru/

Образовательный портал ВГТУ

- Информационная справочная система:

http://window.edu.ru

https://wiki.cchgeu.ru/

- Старая техническая литература

Адрес ресурса: http://retrolib.narod.ru/book_e1.html

- Stroitel.club. Сообщество строителей РФ

Адрес ресурса: http://www.stroitel.club/

- Стройпортал.ру

Адрес ресурса: https://www.stroyportal.ru/

- Строительный портал -социальная сеть для строителей. «Мы Строители»

Адрес ресурса: http://stroitelnii-portal.ru/

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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется аудиторная база ВГТУ:

-специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном;

-учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием;

-компьютерный класс, с доступом в сеть «Интернет» и необходимым программным обеспечением;

-помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет";

-библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационнообразовательную среду.

.

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

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков математической обработки результатов измерений, умение аппроксимировать и интерполировать опытные данные, владение навыками и опытом разработки математических моделей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Экзамен проводится в устно-письменной форме, который включает ответы экзаменуемого на теоретические вопросы и решение им задач. Студент получает положительную оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы экзамена и правильности решения предложенных примеров.

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

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	