

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета _____ С.А. Баркалов
«29» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Математическое моделирование»

Направление подготовки 08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Программа «Управление проектами»

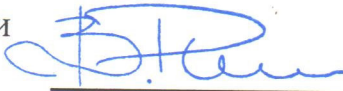
Квалификация выпускника Магистр

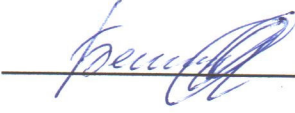
Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 5 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы _____ /Глазкова М.Ю./

**Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики**  /Ряжских В. И. /

Руководитель ОПОП  /Бекирова О. Н./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины расширить представление магистров о математике и привитие навыков использования ее специальных разделов в области управления проектами и их применение в курсовом и дипломном проектировании.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- ☐ изучить специальные разделы математики, используемые в математическом моделировании управления проектами;
- ☐ получить навыки использования этих разделов математики;
- ☐ применять их в курсовом и дипломном проектировании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математика» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ОПК-4 - способностью демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры.

ОПК-6 - способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение

ОПК-9 - способностью осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов

ОПК-12 - способностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-1	Знать теоретические основы математического моделирования
	Уметь использовать теоретические факты для построения и обоснования математических моделей
	Владеть анализом полученных результатов моделирования
ОПК-4	Знать фундаментальные факты, изученные в рамках курса математического моделирования

	Уметь демонстрировать полученные навыки при решении практических задач
	Владеть навыками оценивания точностью полученных результатов
ОПК-6	Знать основные математические факты, необходимые для самостоятельного получения новых знаний в сфере проводимых исследований и в смежных областях
	Уметь самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения
	Владеть навыками расширения и углубления научного мировоззрения
ОПК-9	Знать основные математические факты, необходимые для осознания основных проблем своей предметной области
	Уметь использовать математические модели для решения практических задач
	Владеть методами оценки адекватности математических моделей реальным процессам и явлениям
ОПК-12	Знать основные правила оформления результатов работы в форме докладов на конференциях и публикации статей
	Уметь докладывать результаты работы на конференциях и в форме научных статей
	Владеть навыками сопоставления получаемых результатов с результатами других авторов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	42	42
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Самостоятельная работа	102	102
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+

Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5
--	----------	----------

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	6	6
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	165	165
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	0 5	180 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	Прак 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.	6	12	-	40	58
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.	6	12	-	40	58
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	4	-	22	28
Итого			14	34	-	102	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	----------	-----	------------

							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.	1	1	-	60	62
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.	1	1	-	60	62
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.	0	2	-	45	47
Итого			2	4	-	165	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
-------------	---	---------------------	------------	---------------

	компетенции			
ОК-1	Знать теоретические основы математического моделирования	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Даны ответы на большинство теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.	Даны ответы на менее чем половину теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.
	Уметь использовать теоретические факты для построения и обоснования математических моделей	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или решения стандартных задач)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продemonстрировано умение выбирать методы решения задач
	Владеть анализом полученных результатов моделирования	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе решения стандартных задач)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.
ОПК-4	Знать фундаментальные факты, изученные в рамках курса математического моделирования	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Даны ответы на большинство теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.	Даны ответы на менее чем половину теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.
	Уметь демонстрировать полученные навыки при решении практических задач	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или решения стандартных задач)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продemonстрировано умение выбирать методы решения задач
	Владеть навыками оценивания точностью полученных результатов	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе решения стандартных задач)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.
ОПК-6	Знать основные математические факты, необходимые для самостоятельного получения новых знаний в сфере проводимых исследований и в смежных областях	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Даны ответы на большинство теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.	Даны ответы на менее чем половину теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.
	Уметь самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или решения стандартных задач)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продemonстрировано умение выбирать методы решения задач
	Владеть навыками расширения и углубления научного	Использование теоретических фактов для решения различных задач	Решение большинства предложенных задач	Решение большинства предложенных задач

	мировоззрения	(на основе решения стандартных задач)	доведено до конца. Получены правильные ответы	не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.
ОПК-9	Знать основные математические факты, необходимые для осознания основных проблем своей предметной области	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Даны ответы на большинство теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.	Даны ответы на менее чем половину теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.
	Уметь использовать математические модели для решения практических задач	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или решения стандартных задач)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продemonстрировано умение выбирать методы решения задач
	Владеть методами оценки адекватности математических моделей реальным процессам и явлениям	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе решения стандартных задач)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.
ОПК-12	Знать основные правила оформления результатов работы в форме докладов на конференциях и публикации статей	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Даны ответы на большинство теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.	Даны ответы на менее чем половину теоретических вопросов в тесте и (или) опросе.
	Уметь докладывать результаты работы на конференциях и в форме научных статей	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или решения стандартных задач)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продemonстрировано умение выбирать методы решения задач
	Владеть навыками сопоставления получаемых результатов с результатами других авторов	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе решения стандартных задач)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОК-1	Знать теоретические основы математического моделирования	Знание основных теоретических фактов (на основе двух вопросов экзаменационного билета)	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один из вопросов и частичный ответ на второй вопрос	Ответ на один вопрос из двух	Нет правильных ответов
	Уметь использовать теоретические факты для построения и обоснования математических моделей	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	Владеть анализом полученных результатов моделирования	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены
ОПК-4	Знать фундаментальные факты, изученные в рамках курса математического моделирования	Знание основных теоретических фактов (на основе двух вопросов экзаменационного билета)	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один из вопросов и частичный ответ на второй вопрос	Ответ на один вопрос из двух	Нет правильных ответов
	Уметь демонстрировать полученные навыки при решении практических задач	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	Владеть навыками оценивания точно полученных результатов	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены
ОПК-6	Знать основные математические факты,	Знание основных теоретических фактов (на основе	Полный ответ на оба	Полный ответ на один из	Ответ на один вопрос из двух	Нет правильных ответов

	необходимые для самостоятельного получения новых знаний в сфере проводимых исследований и в смежных областях	двух вопросов экзаменационного билета)	вопросы	вопросов и частичный ответ на второй вопрос		
	Уметь самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	Владеть навыками расширения и углубления научного мировоззрения	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены
ОПК-9	Знать основные математические факты, необходимые для осознания основных проблем своей предметной области	Знание основных теоретических фактов (на основе двух вопросов экзаменационного билета)	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один из вопросов и частичный ответ на второй вопрос	Ответ на один вопрос из двух	Нет правильных ответов
	Уметь использовать математические модели для решения практических задач	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	Владеть методами оценки адекватности математических моделей реальным процессам и явлениям	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены
ОПК-12	Знать основные правила	Знание основных теоретических фактов (на основе	Полный ответ на оба	Полный ответ на один из	Ответ на один вопрос из двух	Нет правильных ответов

	оформления результатов работы в форме докладов на конференциях и публикации статей	двух вопросов экзаменационного билета)	вопросы	вопросов и частичный ответ на второй вопрос		
	Уметь докладывать результаты работы на конференциях и в форме научных статей	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	Владеть навыками сопоставления получаемых результатов с результатами других авторов	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены

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

Составляется на основе заданий из пунктов 7.2.2 и 7.2.3.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1. (Выберите один вариант ответа)

Статистическое распределение выборки имеет вид ...

x_i	2	3	7	10
n_i	4	7	5	4

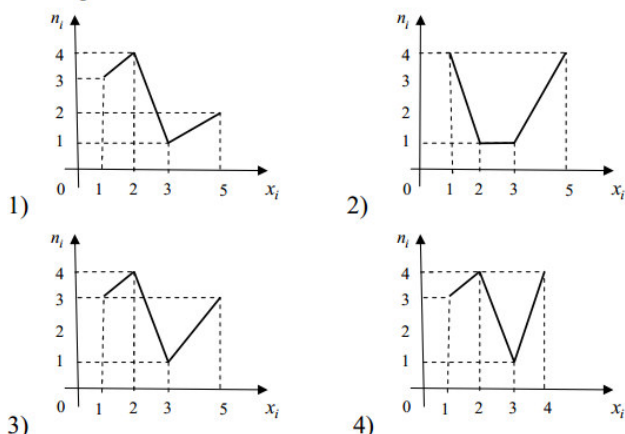
Тогда относительная частота варианты $x_1 = 2$ равна ...

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 равен 10, являются...

Варианты ответа:



Задание 3. (Выберите ответы согласно тексту задания)

Установите соответствие между оценкой и её свойством:

- Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру.
- Статистическая оценка, которая при увеличении объема выборки ($n \rightarrow \infty$) стремится по вероятности к оцениваемому параметру.
- Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки.
- 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:

- множество точек, образующих область принятия H_0 ;
- множество точек, образующих область принятия H_1 ;
- точки, разделяющие область принятия гипотезы H_0 и область отвержения H_0 ;
- область существования H_0 .

Задание 6. (Выберите один вариант ответа)

Ошибка первого рода состоит в том, что ...

Варианты ответа:

- гипотеза H_0 верна и ее принимают согласно критерию;
- гипотеза H_0 верна и ее отвергают согласно критерию;
- гипотеза H_0 не верна и ее отвергают согласно критерию;
- гипотеза H_0 не верна и ее принимают согласно критерию.

Ошибка второго рода состоит в том, что ...

Варианты ответа:

- гипотеза H_0 не верна, но она принимается;
- гипотеза H_0 верна и она принимается;
- гипотеза H_0 не верна и она отвергается;
- гипотеза H_0 верна, но она отвергается.

Задание 7. (Выберите один вариант ответа)

Критической областью называется...

Варианты ответа:

- 1) множество значений критерия, где H_0 принимается или отвергается; 2) область, в которой $K_{набл} = K_{кр}$; 3) область, в которой $K_{набл} = 0$.

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)

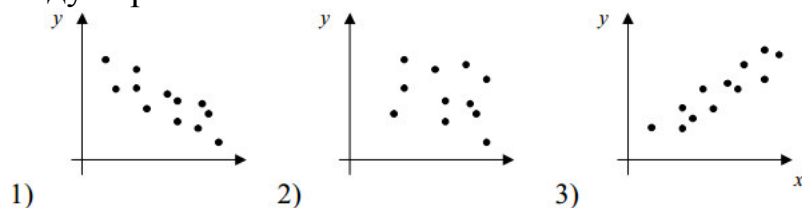
Задачей регрессионного анализа является...

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:

- а) зависимость между переменными отсутствует; б) обратная зависимость между переменными; с) прямая зависимость между переменными.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

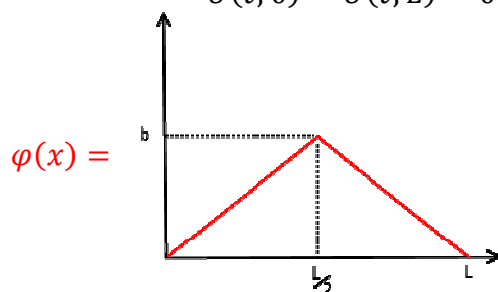
Задание 1 Решить уравнение теплопроводности методом Фурье:

$$\begin{aligned} T'_t &= a^2 T''_{xx} \\ T(0; x) &= \varphi(x) \\ T(t; 0) &= T_0 \\ T(t; L) &= T_L \\ \varphi(x) &= T_0 + \left(\frac{x}{L}\right)^2 (T_L - T_0) \end{aligned}$$

2.1	$a = 1; L = 3.5; T_0 = 0; T_L = 20.5$	2.2	$a = 2; L = 5; T_0 = 0.7; T_L = 2.5$
2.3	$a = 15; L = 2.5; T_0 = 10; T_L = 22.5$	2.4	$a = 21; L = 3; T_0 = 1; T_L = 5$
2.5	$a = 2; L = 4.5; T_0 = 12.4; T_L = 25$	2.6	$a = 11; L = 0.3; T_0 = 40; T_L = 40.5$
2.7	$a = 3; L = 5.5; T_0 = 8.2; T_L = 20$	2.8	$a = 31; L = 14; T_0 = 50; T_L = 51.5$
2.9	$a = 4; L = 6.5; T_0 = 10; T_L = 20$	2.10	$a = 1.4; L = 0.7; T_0 = 60; T_L = 60.5$
2.11	$a = 5; L = 7.5; T_0 = 0; T_L = 40.1$	2.12	$a = 1.3; L = 2.7; T_0 = 28; T_L = 29.4$
2.13	$a = 6; L = 8.5; T_0 = 20; T_L = 20.5$	2.14	$a = 1.1; L = 6.1; T_0 = 14; T_L = 15.2$
2.15	$a = 7; L = 9.5; T_0 = 30; T_L = 40$	2.16	$a = 1.7; L = 9.7; T_0 = 15; T_L = 19.4$
2.17	$a = 10; L = 5.4; T_0 = 40; T_L = 50$	2.18	$a = 2.1; L = 1.2; T_0 = 21; T_L = 27$
2.19	$a = 8; L = 3.8; T_0 = 50; T_L = 51.2$	2.20	$a = 8.1; L = 1.3; T_0 = 27; T_L = 29$

Задание 2 Решить волновое уравнение методом Фурье:

$$\begin{aligned}
 U''_{tt} &= a^2 U''_{xx} \\
 U(0; x) &= \varphi(x) \\
 U'_t(0; x) &= 0 \\
 U(t; 0) &= U(t; L) = 0
 \end{aligned}$$



3.1	$a = 1; L = 3.5; b = 20.5$	3.2	$a = 2; L = 5; b = 0.7$
3.3	$a = 15; L = 2.5; b = 22.5$	3.4	$a = 21; L = 3; b = 1$
3.5	$a = 2; L = 4.5; b = 12.4$	3.6	$a = 11; L = 0.3; b = 4$
3.7	$a = 3; L = 5.5; b = 8.2$	3.8	$a = 31; L = 14; b = 1.5$
3.9	$a = 4; L = 6.5; b = 10;$	3.10	$a = 1.4; L = 0.7; b = 0.5$
3.11	$a = 5; L = 7.5; b = 40.1$	3.12	$a = 1.3; L = 2.7; b = 2.4$
3.13	$a = 6; L = 8.5; b = 20$	3.14	$a = 1.1; L = 6.1; b = 5.2$
3.15	$a = 7; L = 9.5; b = 30$	3.16	$a = 1.7; L = 9.7; b = 19.4$
3.17	$a = 10; L = 5.4; b = 40$	3.18	$a = 2.1; L = 1.2; b = 27$
3.19	$a = 8; L = 3.8; b = 1.2$	3.20	$a = 8.1; L = 1.3; b = 9$

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 случайной величины X . Требуется:

- 1) построить интервальный статистический ряд, гистограмму частот;
 - 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 генеральной совокупности по критерию Пирсона».

Для разумного планирования и организации работы ремонтных мастерских специальной техники оказалось необходимым изучить длительность ремонтных операций, производимых мастерскими. Получены результаты (сгруппированные по интервалам) соответствующего статистического обследования (фиксированы длительности 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 характеристик выдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины X – длительности ремонтных операций, оценить параметры теоретического закона и записать его вид;
- 4) проверить основную гипотезу о законе распределения X по критерию 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 вид гипотетической функциональной связи между X и Y ;
- 3) определить параметры уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов (МНК);
- 4) записать уравнение регрессии и построить теоретическую кривую;
- 5) оценить тесноту связи между величинами X и Y , используя коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

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

Задание 7. Из генеральной совокупности извлечена выборка объема $n = 50$:

x_i	1	2	3	4
n_i	10	9	8	n_4

Тогда n_4 равно...

1. 7
2. 50
3. 23
4. 24

Задание 8. Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины (в мм): 4; 5; 8; 9; 11. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

1. 7,4
2. 9,25
3. 7,6
4. 8

Задание 9. Мода вариационного ряда 1, 4, 4, 5, 6, 8, 9 равна...

1. 4
2. 1
3. 9
4. 5

Задание 10. В результате измерений некоторой физической величины одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 11, 13, 15. Тогда несмещенная оценка дисперсии измерений равна...

1. 3
2. 8
3. 4
4. 13

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

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и две задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается в 2 балла, задача оценивается в 0,5. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал не более 2 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 2,5 до 3 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 3,5 до 4,5 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 5 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	Стандартные и прикладные задачи, тест, устный опрос
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	ОПК-1	Стандартные и прикладные задачи, тест, устный опрос
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	ОПК-1	Стандартные и прикладные задачи, 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

Тип носителя (печ/эл)	Наименование	Автор, название, место издания издательство, год издания учебной и, учебно-методической литературы, URL (для фонда ЭБС)	Кол-во ¹ экз/точек доступа	Книгообеспеченность ²
Печ.	Уч. пособие	Семёнов М.Е. Математическое моделирование физических процессов: учеб. пособие / М.Е. Семёнов, Н.Н. Некрасова; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2016. – 94 с.	100	1
Печ.	Учебник	Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.	100	1

8.2 Перечень информационных технологий и ресурсов, 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

1. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к информационным ресурсам;
2. <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm> – электронный учебник по дисциплине «Математические модели системного анализа».

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader и WinDjView.

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

Учебная аудитория с большой доской и хороший мел.

1.

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 удастся 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.