

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
08.04.01 Строительство

направленность (профиль)  
Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные		
Практические	24	24
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	32,35	32,35
Самостоятельная работа	112	112
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	180	180

Рабочую программу составил:

профессор, д.т.н. Зибров П.Ф.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

доцент, к.п.н. Павлова Е.С.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

08.04.01 Строительство,

профиль «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений»

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2021 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

Д.С. Тошин

*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры "Высшая математика и математическое образование"

(протокол заседания № от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – овладение теоретическими основами и практическими навыками моделирования; формирование личности, развитие интеллекта и способностей к логическому мышлению, развитие умения оперировать абстрактными объектами; усвоение математических методов, необходимых при моделировании процессов и явлений, поиске оптимальных решений, выборе рациональных способов и их реализации, выражении количественных и качественных соотношений между элементами технических объектов реального мира.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: высшая математика.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Технологические основы реализации дизайн-проектов1, Технологические основы реализации дизайн-проектов 2

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
-(ОПК-1) Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	(ОПК-1). Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	Знать: основные теоретические понятия математического моделирования необходимые для решения задач профессиональной деятельности
		Уметь: Использовать математический аппарат для решения задач профессиональной деятельности
		Владеть: 1. Методами математического описания типовых задач и интерпретации полученного результата. 2. Способами наглядного графического представления результатов исследования. 3. Навыками применения современного математического инструментария в своей профессиональной деятельности

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль	Лек 1	Моделирование вычислительных систем с использованием Марковских случайных процессов	1	2	-	-	
Модуль 1.	Ср 1	Стохастическое моделирование	1	28	-	-	
Модуль 1.	Пр 1	Непрерывные марковские процессы, их использование для моделирования вычислительных систем.	1	2	-	-	
Модуль 1.	Пр 2	Непрерывные цепи Маркова	1	2	-	-	
Модуль 1.	Пр 3	Граф состояний вычислительной системы, его построение.	1	2	-		
Модуль 1.	Лек 2	МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО	1	2	-	-	
Модуль 1.	Ср 2	Моделирование потоков отказов элементов	1	28	-	-	
Модуль 1.	Пр 4	Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) .Этапы построения многофакторной	1	2	-	-	Контрольная работа 1

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 1.	Пр 5	Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем	1	2	-	-	
Модуль 1.	Пр 6	Методика решения задачи на примере моделирования СМО с отказами.	1	2	-	-	
Модуль 2.	Лек 3	Виды экономико-математических моделей в области организации, планирования и управления	1	2	-	-	
Модуль 2.	Ср 3	Основные направления моделирования систем управления строительством	1	28	-	-	
Модуль 2.	Пр 7	Модели линейного программирования	1	2	-	-	
Модуль 2.	Пр 8	Модели динамического программирования	1	2	-	-	
Модуль 2.	Пр 9	Вероятностно - статистические модели	1	2	-	-	Доклад
Модуль 2.	Лек 4	Основные положения об обработке статистической информации	1	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2.	Ср 4	Методы корреляционно-регрессивного анализа зависимости между факторами, включаемые в экономико-тематические модели	1	28	-	-	
Модуль 2.	Пр 10	Основы вероятностных методов анализа и моделирования систем	1	2	-	-	
Модуль 2.	Пр 11	Статистическая оценка методов распределения	1	2	-	-	
Модуль 2.	Пр 12	Характеристика методов и моделей прогнозирования в дизайне	1	2	-	-	Контрольная работа 2
	ПА	Промежуточная аттестация (зачёт по накопительному рейтингу)	1	0,35	-	-	
		Подготовка к экзамену	1	35,65	-	-	
<b>Итого:</b>				<b>180</b>			

## **5. Образовательные технологии**

В дисциплине " Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики" используются:

технология модульного и блочно-модульного обучения (содержание учебного материала жёстко структурировано в целях его максимального усвоения, сопровождается обязательными блоками упражнений и контроля);

технология развивающего обучения (проведение лекций, практических занятий, контрольных работ, зачёта);

технология дифференцированного обучения (предлагаются задания различного уровня сложности);

информационно-коммуникационные технологии (применение учебных электронных изданий, ресурсов сети Интернет, осуществление тестового контроля знаний учащихся).

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции, в ходе которой преподаватель излагает основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, даёт рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины " Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики". Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчёркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Самостоятельная работа студентов является важным видом учебной деятельности. Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

В ходе подготовки к практическим занятиям следует изучить конспекты лекций, и рекомендованную литературу, учесть рекомендации преподавателя.

На практических занятиях студенты решают задачи под руководством преподавателя. Практические занятия посвящены изучению наиболее важных и сложных тем учебной дисциплины и служат для закрепления изученного материала.

Важным критерием усвоения теории является умение решать задачи на пройденный материал. При решении задач нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений изучаемого курса. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать самый рациональный. Решение задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи. Решение задач определённого типа нужно продолжать до приобретения твёрдых навыков в решении.

По завершению изучения модуля преподаватель проводит контрольную работу с целью проверки и оценки знаний и умений студентов. Задания контрольной работы должны быть выполнены аккуратно, последовательно, обоснование решения и ответ обязательны в каждом задании. При выполнении контрольных работ не допускается использование мобильных устройств и гаджетов.

При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу, просмотреть решения основных задач, решённых самостоятельно и на практических занятиях, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	Контрольная работа 1 по теме " Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели "
1	ОПК-1	Доклад по теме "Элементы математического моделирования в строительстве "
1	ОПК-1	Контрольная работа 2 по теме " Характеристика методов и моделей прогнозирования в дизайне объектов "
1	ОПК-1	Вопросы к экзамену №№ 1-60

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольная работа 1 по теме " Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели "

##### Типовые примеры заданий

Дана выборка из генеральной совокупности по производственно-хозяйственной деятельности предприятия (см таблицу). Исследуется  $N=53$  объекта по пяти признакам:

$X_5$  – Удельный вес рабочих в составе ППП;  $X_7$  – Коэффициент сменности оборудования;  $X_{10}$  - Фондоотдача;  $X_{14}$  – Фондовооруженность труда;  $X_{17}$  – Непроизводственные расходы;  $Y_1$  - производительность труда;

На основе полученных данных необходимо:

1. По исходным данным построить классическую линейную модель множественной регрессии, оценить значимость полученного уравнения регрессии и его коэффициентов, для значимых параметров построить доверительный интервал.

2. Проанализировать матрицу парных коэффициентов корреляции на наличие мультиколлинеарности, если мультиколлинеарность присутствует устранить методом пошагового отбора переменных, отобрать наиболее информативные переменные и с помощью них построить модель регрессии, оценить ее значимость.

3. Проверить построенную модель на гетероскедастичность. Построить обобщенную модель множественной регрессии (случай гетероскедастичности остатков)

4. Проверить модель на наличие автокорреляции (с помощью критерия Дарбина-Уотсона) устранить с использованием обобщенного метода наименьших квадратов на случай автокоррелированности регрессионных остатков

Таблица исходных данных

№ п/п	$Y_1$	$X_5$	$X_7$	$X_{10}$	$X_{14}$	$X_{17}$
1	9.26	0.78	1.37	1.45	6.40	47750
2	9.38	0.75	1.49	1.30	7.80	50391
3	12.11	0.68	1.44	1.37	9.76	43149
4	10.81	0.70	1.42	1.65	7.90	41089
5	9.35	0.62	1.35	1.91	5.35	14257



6	9.87	0.76	1.39	1.68	9.90	22661
7	8.17	0.73	1.16	1.94	4.50	52509
8	9.12	0.71	1.27	1.89	4.88	14903
9	5.88	0.69	1.16	1.94	3.46	25587
10	6.30	0.73	1.25	2.06	3.60	16821
11	6.22	0.68	1.13	1.96	3.56	19459
12	5.49	0.74	1.10	1.02	5.65	12973
13	6.50	0.66	1.15	1.85	4.28	50907
14	6.61	0.72	1.23	0.88	8.85	6920
15	4.32	0.68	1.39	0.62	8.52	5736
16	7.37	0.77	1.38	1.09	7.19	26705
17	7.02	0.78	1.35	1.60	4.82	20068
18	8.25	0.78	1.42	1.53	5.46	11487
19	8.15	0.81	1.37	1.40	6.20	32029
20	8.72	0.79	1.41	2.22	4.25	18946
21	6.64	0.77	1.35	1.32	5.38	28025
22	8.10	0.78	1.48	1.48	5.88	20968
23	5.52	0.72	1.24	0.68	9.27	11049
24	9.37	0.79	1.40	2.30	4.36	45893
25	13.17	0.77	1.45	1.37	10.31	99400
26	6.67	0.80	1.40	1.51	4.69	20719
27	6.68	0.71	1.28	1.43	4.16	36813
28	6.22	0.79	1.33	1.82	3.13	33956
29	10.02	0.76	1.22	2.62	4.02	17016
30	8.16	0.78	1.28	1.75	5.23	34873
31	6.78	0.62	1.47	1.54	2.74	11237
32	6.48	0.75	1.27	2.25	3.10	17306
33	10.44	0.71	1.51	1.07	10.44	39250
34	7.65	0.74	1.46	1.44	5.65	19074
35	8.77	0.65	1.27	1.40	6.67	18452
36	7.00	0.66	1.43	1.31	5.91	17500
37	11.06	0.84	1.50	1.12	11.99	7888
38	9.02	0.74	1.35	1.16	8.30	58947
39	13.28	0.75	1.41	0.88	1.63	94697
40	9.27	0.75	1.47	1.07	8.94	29626
41	6.70	0.79	1.35	1.24	5.82	11688
42	6.69	0.72	1.40	1.49	4.80	21955
43	9.42	0.70	1.20	2.03	5.01	12243
44	7.24	0.66	1.15	1.84	4.12	20193
45	5.39	0.69	1.09	1.22	5.10	20122
46	5.61	0.71	1.26	1.72	3.49	7612
47	5.59	0.73	1.36	1.75	4.19	27404
48	6.57	0.65	1.15	1.46	5.01	39648
49	6.54	0.82	1.87	1.60	11.44	43799
50	4.23	0.80	1.17	1.47	7.67	6235
51	5.22	0.83	1.61	1.38	4.66	11524
52	18.00	0.70	1.34	1.41	4.30	17309
53	11.03	0.74	1.22	1.39	6.62	22225

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Контрольная работа 1 выполняется магистрантами на практическом занятии 4 в компьютерном классе, на выполнение работы отводится 2 часа. При выполнении контрольной работы студенты могут пользоваться различными носителями информации (конспектами лекций и практических занятий, справочными материалами, учебниками, учебно-методическими пособиями).

### **Критерии оценки:**

Контрольная работа оценивается по пятибалльной системе

"отлично" выставляется студенту, если задание выполнено свыше 80%;

"хорошо" выставляется студенту, если задание выполнено в объеме от 60 % до 79;

"удовлетворительно" выставляется студенту, если задание выполнено в объеме от 40 % до 59 %

"неудовлетворительно" выставляется студенту, если задание выполнено в объеме менее 40 %

### **7.2.2. Доклад по теме "Элементы математического моделирования в строительстве"**

#### **Типовые темы докладов**

1. Законы распределения, наиболее распространённые в дизайне объектов
2. Планирование эксперимента в дизайне объектов

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Тему доклада магистрант выбирает самостоятельно. Доклад выполняется магистрантами в течение месяца самостоятельно, а на практическом занятии 9 они защищают его.

### **Критерии оценки:**

Доклад оценивается по пятибалльной системе

"отлично" выставляется студенту, если тема доклада раскрыта свыше 80%;

"хорошо" выставляется студенту, если тема доклада раскрыта в объеме от 60 % до 79;

"удовлетворительно" выставляется студенту, если тема доклада раскрыта в объеме от 40 % до 59 %

"неудовлетворительно" выставляется студенту, если тема доклада раскрыта в объеме менее 40 %

### **7.2.3. Контрольная работа 3 по теме " Характеристика методов и моделей прогнозирования в дизайне объектов "** (наименование оценочного средства)

#### **Типовые примеры заданий**

#### **Вариант 1**

1. Вероятность выхода изделия первым сортом равна 0,6. Составить ряд распределения для числа изделий 1-го сорта из общего числа 3 изготовленных изделий.

Найти все характеристики.

2. Случайная величина имеет распределение вероятностей, представленное таблицей:

$\xi$	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1
$P(\xi)$	0,2		0,15	0,1	0,3

Найти  $P_2$ , Найти характеристики.

3. НСВ задана функцией плотности распределения  $f(x)=A(1-2x)$  на отрезке  $(0;2)$ . Найти коэффициент  $A$  и все характеристики. Найти вероятность попадания НСВ в интервал  $(1;1,5)$ .

4. Случайная величина  $X$  имеет плотность распределения вероятностей

$$f(x) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{8}}.$$

Найти:

- $M(X)$ -математическое ожидание  $X$ ;
- $D(X)$ -дисперсию  $X$ ;
- вероятность того, что  $X$  примет значение меньше 0.5;
- вероятность того, что  $X$  примет значение больше 1.5;
- вероятность того, что абсолютная величина отклонения  $X$  от математического ожидания не превысит 3.

5. Случайная величина распределена равномерно на отрезке  $[1, 5]$ . Найти вероятность попасть в интервал  $[2, 3]$ . Найти характеристики.

## Вариант 2

1. В партии из 20 изделий 5 бракованных. Для контроля их качества случайным образом отбирают три изделия. ДСВ  $X$  – число бракованных изделий. Составить ряд распределения. Найти все характеристики.

2. Случайная величина имеет распределение вероятностей, представленное таблицей

$X$	-50	0	50	100
$p$	$\alpha$	0,2	0,3	0,1

Найти  $\alpha$ , Найти характеристики.

3. НСВ задана функцией плотности распределения  $f(x)=2A(1-3x)$  на отрезке  $(0;3)$ . Найти коэффициент  $A$  и все характеристики. Найти вероятность попадания НСВ в интервал  $(2;2,5)$

4. Случайная величина  $X$  имеет плотность распределения вероятностей

$$f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{18}}$$

Найти:

- $M(X)$ -математическое ожидание  $X$ ; -  $D(X)$ -дисперсию  $X$ ;
- вероятность того, что  $X$  примет значение меньше 0.5;
- вероятность того, что  $X$  примет значение больше 1.5;
- вероятность того, что абсолютная величина отклонения  $X$  от математического ожидания не превысит 4.

5. Случайная величина распределена равномерно на отрезке  $[2, 5]$ . Найти вероятность попасть в интервал  $[2, 4]$ . Найти характеристики.

## Краткое описание и регламент выполнения

Контрольная работа 1 выполняется магистрантами на практическом занятии 12, на выполнение работы отводится 2 часа. При выполнении контрольной работы студенты могут

пользоваться бумажными носителями информации (конспектами лекций и практических занятий, справочными материалами, учебниками, учебно-методическими пособиями).

#### **Критерии оценки:**

Контрольная работа содержит 5 заданий, и оценивается по пятибальной системе

"отлично" выставляется студенту, если задание выполнено свыше 80%;

"хорошо" выставляется студенту, если задание выполнено в объёме от 60 % до 79;

"удовлетворительно" выставляется студенту, если задание выполнено в объёме от 40 % до 59 %

"неудовлетворительно" выставляется студенту, если задание выполнено в объёме менее 40 %

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 1

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Основы вероятностных методов анализа и моделирования систем.
2.	Виды экономико-математических моделей в области организации, планирования и управления строительством
3.	Основные направления моделирования систем управления строительством
4.	Методы корреляционно-регрессивного анализа зависимости между факторами, включаемые в экономико-математические модели
5.	Непрерывные цепи Маркова
6.	Статистическая оценка методов распределения случайных величин.
7.	Математическая статистика. Основные понятия и определения.
8.	Основные законы распределения случайных величин.
9.	Обработка статистической информации.
10.	Выбор теоретического закона распределения случайных величин.
11.	Законы распределения, наиболее распространённые в технике.
12.	Исходные предпосылки регрессионного анализа и свойства оценок.
13.	Статистический анализ информации; проверка статистических гипотез.
14.	Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели.
15.	Регрессивный и корреляционный анализ результатов испытаний.
16.	Планирование эксперимента.
17.	Характеристика методов и моделей прогнозирования.
18.	Прогнозирование на основе рядов с использованием пакета прикладных программ.
19.	Моделирование систем с использованием марковских процессов.
20.	Марковские цепи.
21.	Моделирование систем массового обслуживания.

22.	Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.
23.	Определение характеристик систем массового обслуживания.
24.	Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем.
25.	Стохастический опыт.
26.	Пространство элементарных событий.
27.	Определение вероятности случайного события. Алгебра событий
28.	Статистическое, классическое и геометрическое определение вероятности.
29.	Основные понятия комбинаторики: перестановки, размещения и сочетания.
30.	Правила сложения и произведения.
31.	Зависимые события.
32.	Условная вероятность.
33.	Формула полной вероятности.
34.	Формула Байеса.
35.	Повторение испытаний.
36.	Схема Бернулли.
37.	Асимптотические формулы.
38.	Вероятность отклонения относительной частоты от постоянной вероятности в независимых испытаниях.
39.	Случайные величины. Закон распределения случайной величины.
40.	Функция распределения вероятностей. Свойства.
41.	Плотность распределения вероятностей. Свойства.
42.	Математическое ожидание случайной величины. Свойства.
43.	Дисперсия случайной величины. Свойства.
44.	Коэффициент асимметрии и эксцесс.
45.	Равномерное распределение.
46.	Биномиальное распределение.
47.	Распределение Пуассона.
48.	Показательное распределение.
49.	Нормальное распределение.
50.	Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины $X$ в заданный интервал.
51.	Вероятность отклонения нормально распределенной случайной величины от своего математического ожидания. Правило «трех сигм».
52.	Основные понятия математической статистики. Вариационные ряды. Полигон, гистограмма, кумулята.
53.	Эмпирические характеристики. Понятие несмещенной, состоятельной и эффективной оценки. Формулы вычисления точечных оценок.
54.	Построение интервальных оценок.
55.	Интервальная оценка для математического ожидания.
56.	Интервальная оценка среднеквадратического отклонения.
57.	Интервальная оценка для дисперсии.
58.	Статистическая проверка гипотез. Основные понятия.
59.	Основные этапы проверки статистических гипотез.
60.	Проверка гипотез о числовых значениях параметров нормального распределения.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	Экзамен (устно)	«отлично»	При устном ответе материал раскрыт более 80%
		«хорошо»	При устном ответе материал раскрыт более 60% но менее 79%
		«удовлетворительно»	При устном ответе материал раскрыт более 40% но менее 59%
		«неудовлетворительно»	При устном ответе материал раскрыт менее 39%

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. С. Коломейченко	Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие для магистров / А. С. Коломейченко [и др.] ; под ред. А.С. Коломейченко. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 180 с. - Электронно- библиотечная система "ZNANIUM.COM". - ISBN 978-5-16-012890-0.	Учебное пособие	2018	ЭБС “ZNANIUM.COM”
2	Савенкова Н. П.	Савенкова Н. П. Численные методы в математическом моделировании [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин ; под ред. А.С. Коломейченко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2017. - 176 с. - (Прикладная математика, информатика, информационные технологии). - ISBN 978-5-16- 009705-3.	Учебное пособие	2017	ЭБС “ZNANIUM.COM”
3	В. А. Крамарь, В. В. Альчаков, В. А. Карапетьян.	Крамарь В. А. Специальные разделы математики [Электронный ресурс] : практикум / В. А. Крамарь, В. В. Альчаков, В. А. Карапетьян. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2017.- 123 с. : ил. - ISBN 978-5-9558-0504-7.	Практикум	2017	ЭБС “ZNANIUM.COM”

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
4	Черненко В. Д.	Черненко В. Д. Высшая математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие. В 3 т. Т. 1 / В. Д. Черненко. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 713 с. - (Учебное пособие для вузов). - ISBN 978-5-7325-1104-8.	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Черненко В. Д.	<b>Черненко В. Д.</b> Высшая математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие. В 3 т. Т. 2 / В. Д. Черненко. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 569 с. - (Учебное пособие для вузов). - ISBN 978-5-7325-1105-5.	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
2	А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод	<b>Кузнецов А. В.</b> Высшая математика [Электронный ресурс] : Математическое программирование : учебник / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод ; под общ. ред. А. В. Кузнецова. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 352 с. : ил. - (Учебники для вузов.	Учебник	2013	ЭБС "Лань"



№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		Специальная литература). - ISBN 978-5-8114- 1056-9.			
3	Е. А. Ровба	<b>Высшая математика</b> [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Е. А. Ровба [и др.]. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 391 с. - ISBN 978-985-06-2106-1 .	Учебное пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно)

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(С-212)	Парты трехместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра.
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет