

# МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный педагогический университет»  
(ФГБОУ ВО «АлтГПУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
проректор по образовательной и  
международной деятельности

\_\_\_\_\_ С.П. Волохов

## Математическое моделирование сложных систем рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Кафедра математики и методики обучения математике**

Учебный план ПМ01.03.04\_2022.plx  
01.03.04 Прикладная математика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 7
аудиторные занятия	76	зачеты 6
самостоятельная работа	71	
часов на контроль	27	

Программу составил(и):

старший преподаватель кафедры МиМОМ, Малиновская Галина Михайловна \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Математическое моделирование сложных систем**

разработана на основании ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (приказ Минобрнауки России от 15.01.2018 г. № 11)

составлена на основании учебного плана 01.03.04 Прикладная математика (Уровень: бакалавриат; квалификация: бакалавр), утвержденного Учёным советом ФГБОУ ВО «АлтГПУ» от 25.04.2022, протокол № 9.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Кафедра математики и методики обучения математике**

Протокол № 8 от 19.04.2022 20:00:00 г.

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Борисенко Оксана Викторовна

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
	Неделя		11 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	10	10	18	18	28	28
Практические	20	20	28	28	48	48
Контроль самостоятельной работы	2	2	4	4	6	6
Итого ауд.	30	30	46	46	76	76
Контактная работа	32	32	50	50	82	82
Сам. работа	40	40	31	31	71	71
Часы на контроль			27	27	27	27
Итого	72	72	108	108	180	180

<b>1.1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1.1	совершенствование умений математического моделирования сложных систем, развитие способности обосновывать адекватность используемых моделей, самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
<b>1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.2.1	способствовать осознанному практическому овладению методами математического моделирования;
1.2.2	обеспечить владение системой знаний и усвоение определенных методов решения задач путем построения и анализа конкретной математической модели;
1.2.3	совершенствовать практические умения в области математического моделирования.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Философия
2.1.2	Экономика
2.1.3	Математика
2.1.4	Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная практика: научно-исследовательская работа
2.2.2	Производственная практика: преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-2.1: Формирует выборочную совокупность единиц статистического наблюдения в соответствии с заданными признаками</b>	
<b>ПК-2.2: Проводит расчет сводных и производных показателей для единиц статистического наблюдения, сгруппированных в соответствии с заданными признаками</b>	
<b>ПК-2.3: Формирует упорядоченные выходные массивы информации, содержащие группировку единиц статистического наблюдения и групповые показатели</b>	
<b>УК-1.1: Ставит и анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие</b>	
<b>УК-1.2: Осуществляет поиск, обработку, анализ и синтез информации для решения поставленных задач</b>	
<b>УК-1.3: Рассматривает различные варианты решения поставленных задач на основе системного подхода, научных методов и достижений</b>	
<b>УК-3.4: Соблюдает установленные нормы и правила командной работы, несет личную ответственность за общий результат</b>	

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	сущностные характеристики математического моделирования и основные классификации математических моделей: аналитические, численные, имитационные, вероятностные, статистические, а также структуру современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; условия и методику применения современных методов и программные средства информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов методики расчета агрегированных и производных показателей.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	применять статистические пакеты прикладных программ Microsoft Office 365 ProPlus - ru-ru, LibreOffice, Help Pack (Russian) и специализированные программы: GeoGebra 5, Lazarus 1.8.0, Maxima (sbcl) 5.36.1, scilab-5.5.2 (64-bit), CorelDraw Graphics Suite X4,
3.2.2	Statistica., MathCad; Mathematica; MATLAB; подбирать средства ИКТ для решения задач профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	Владеет: методами грамотного подбора современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем;
3.3.2	методами ИКТ (моделирование, системный анализ, системное проектирование, методы передачи, сбора, выработки, накопления, хранения, обработки, передачи и защиты информации.);
3.3.3	навыками подбора данных для расчетов; способами контроля качества и согласованности полученных результатов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Математическое моделирование сложных систем</b>				
1.1	Моделирование как метод познания. /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.2	Моделирование как метод познания. /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.3	Моделирование как метод познания. /Ср/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.4	Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием. /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.5	Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием. /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.6	Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием. /Ср/	6	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.7	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии /Лек/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.8	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии /Пр/	6	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.9	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии /Ср/	6	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.10	Технология математического моделирования и его этапы. /Лек/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9

1.11	Технология математического моделирования и его этапы. /Пр/	6	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.12	Технология математического моделирования и его этапы. /Ср/	6	22	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.13	Зачет /Зачёт/	6	0	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.14	Имитационное моделирование /Лек/	7	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.15	Имитационное моделирование /Пр/	7	12	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.16	Имитационное моделирование /Ср/	7	13	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.17	Моделирование стохастических систем. /Лек/	7	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.18	Моделирование стохастических систем. /Пр/	7	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.19	Моделирование стохастических систем. /Ср/	7	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.20	Моделирование сложных организационно-технических систем /Лек/	7	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.21	Моделирование сложных организационно-технических систем /Пр/	7	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
1.22	Моделирование сложных организационно-технических систем /Ср/	7	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9

1.23	Экзамен /Экзамен/	7	27	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-3.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.9
------	-------------------	---	----	--	---

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Перечень индикаторов достижения компетенций, форм контроля и оценочных средств

УК-1.1: Ставит и анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие  
 УК-1.2: Осуществляет поиск, обработку, анализ и синтез информации для решения поставленных задач  
 УК-1.3: Рассматривает различные варианты решения поставленных задач на основе системного подхода, научных методов и достижений  
 УК-3.4: Соблюдает установленные нормы и правила командной работы, несет личную ответственность за общий результат  
 ПК-2.1: Формирует выборочную совокупность единиц статистического наблюдения в соответствии с заданными признаками  
 ПК-2.2: Проводит расчет сводных и производных показателей для единиц статистического наблюдения, сгруппированных в соответствии с заданными признаками  
 ПК-2.3: Формирует упорядоченные выходные массивы информации, содержащие группировку единиц статистического наблюдения и групповые показатели

### 5.2. Технологическая карта достижения индикаторов

Семестр 6

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: лекционные занятия

Формы контроля и оценочные средства:

вопросы для устного опроса (10 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: практические занятия

Формы контроля и оценочные средства:

доклады, контрольная работа (55 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: контрольный срез

Формы контроля и оценочные средства:

контрольная работа (20 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: зачет

Формы контроля и оценочные средства:

вопросы к зачету (15 баллов)

Семестр 7

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: лекционные занятия

Формы контроля и оценочные средства:

вопросы для самоконтроля (10 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: практические занятия

Формы контроля и оценочные средства:

тестовые задания, контрольная работа (45 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: контрольный срез

Формы контроля и оценочные средства:

контрольная работа (20 баллов)

Перечень индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИОПК-4.2, ИПК - 3.1, ИПК - 3.2, ИПК - 3.4

Виды учебной работы: экзамен

Формы контроля и оценочные средства:

вопросы к экзамену (25 баллов)

### 5.3. Формы контроля и оценочные средства

СЕМЕСТР 6

Примерная тематика докладов:

1. Методика исследования модели динамики численности популяции типа хищник-жертва.

Построение моделей демографического процесса.

2. Принципы, лежащие в основе модели взаимодействия Ланчестера. Методы построения модель многоотраслевой экономики Леонтьева. Модель круговорота углерода в биосфере.

3. Основные идеи подхода на основе системной динамики Форрестера. Описание модели взаимодействия в системе ресурс-потребитель Модель старения производственных мощностей.

4. Эколого-экономическая модель с учетом демографических процессов.

### Примерные задания контрольных работ

1. Потребление электроэнергии летом тесно связано с температурой воздуха. Поэтому, планируя ежедневно производство и потребление электроэнергии, компании, снабжающие население электричеством, должны в принципе учитывать вероятности установления жаркой,

умеренной или холодной погоды. Переходный оргграф и матрица для вариантов летней погоды следующие:

Определить какова вероятность того, что в ближайшие два дня сохранится сегодняшняя погода? (Предполагается, что сегодня с равной вероятностью может быть жарко, умеренно, холодно.)

2. Фирмой "Супертранзистор" выпускаются радиоприемники трех различных моделей: А, В и С. Каждое изделие указанных моделей приносит доход в размере 8, 15 и 25 единиц соответственно. Необходимо, чтобы фирма выпускала за неделю не менее 100 приемников модели А, 150 приемников модели В и 75 приемников модели С. Каждая модель характеризуется определенным временем, необходимым для изготовления соответствующих деталей, сборки изделия и его упаковки. Так, в частности, в расчете на 10 приемников модели А требуется 3 ч для изготовления соответствующих деталей, 4ч на сборку и 1ч на упаковку.

Соответствующие показатели в расчете на 10 приемников модели В равняются 3, 5 и 1.5 ч, а на 10 приемников модели С - 5, 7 и 3. В течение ближайшей недели фирма может израсходовать на производство радиодеталей 150 ч, на сборку 200 ч и на упаковку 60 ч. Постройте оптимизационную модель, максимизирующую прибыль.

Вопросы к зачету

1. Цели и задачи моделирования. Понятие "модель". Натурные и абстрактные модели.
2. Моделирование в естественных и технических науках.
3. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерные модели.
4. Понятие "математическая модель". Различные подходы к классификации математических моделей.
5. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели.
6. Внешние и внутренние характеристики математической модели.
7. Замкнутые математические модели.
8. Модели движения материальной точки Аристотеля и Галилея.
9. Модели Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера.
10. Математические модели в социологии. Простейшая демографическая модель.
11. Математические модели в экономике. Модель многоотраслевой экономики Леонтьева.
12. Математические модели в биологии и др. Модель конкуренции.
13. Модель хищник- жертва.
14. Простейшая модель боевого взаимодействия Ланчестера.
15. Составление модели. Проверка замкнутости модели.
16. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения.
17. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели.
18. Численный эксперимент. Верификация и эксплуатация модели.
19. Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели.
20. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования.
21. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей.

Примеры имитационных моделей.

22. Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Броуновская динамика. Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения.

23. Метод статистических испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.

24. Особенности моделирования сложных организационно-технических систем.

25. Математические и гуманитарные методы прогноза, их взаимодействие

Вопросы для устного опроса

1. Проблема многозначности слова личность и множественности теорий или концепций личности.
2. Что такое социальное? Возможные ответы на этот вопрос в современной социологии.
3. Представления о специфике социального взаимодействия в истории обществоведческой мысли. Рече-коммуникационное взаимодействие (Аристотель -Луман).
4. Представление о специфике социального взаимодействия в истории обществоведческой мысли. Чувственное взаимодействие (Августин Блаженный, В.Соловьев, Т.Карлейль).
5. Основные типы взаимодействия и объединения людей. Общество как объединение людей.
6. Специфика человеческой деятельности. Регуляторы деятельности.
7. Основные разновидности деятельности. Проблема и возможные решения. Основные личностные типы.
8. Эволюция основных личностных типов.
9. Фундаментальные ценности общества. Возможные подходы к выявлению.
10. Социальная значимость как основная личностная ценность. Значимость человека в различных объединениях людей.
11. Основные группы социальных ценностей.
12. Процедуры и средства социального признания.

### СЕМЕСТР 7

Вопросы к экзамену

1. Моделирование, натура и модель.

2. Адекватность модели.
3. Классификация видов моделирования научно - технических объектов.
4. Система и ее структура.
5. Внешняя среда, связи, входы и выходы, функция и связность системы.
6. Основные иерархические структуры.
7. Принципы системного подхода, их конкретизация.
8. Математическая модель, параметры.
9. Функциональные, структурные и коммутационные модели.
10. Формы представления моделей. Алгоритмические и аналитические модели.
11. Блочный-иерархический подход. Полная модель блока.
12. Микро-, макро- и мета- уровни моделирования.
13. Имитационное и статистическое моделирование.
14. Моделирование неживой материи.
15. Моделирование биологических систем, обратная связь.
16. Особенности моделирования общества.
17. Отклонение заряженной частицы в электромагнитном поле.
18. Колебание колец Сатурна.
19. Движение шарика, закрепленного на пружине.
20. Общая схема принципа Гамильтона.
21. Вывод модели «шарик-пружина» на основе принципа Гамильтона.
22. Модель течения грунтовых вод.
23. Вывод закона Фурье.
24. Уравнение теплопроводности.
25. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.
26. Уравнения движения в форме Ньютона.
27. Уравнения движения в форме Лагранжа.
28. Вариационный принцип Гамильтона.
29. Законы сохранения и свойства пространства-времени.
30. Матричная модель популяции.
31. Модель популяции, предоставленной самой себе.
32. Модель популяций, конкурирующих за одну и ту же пищу.
33. Модель «хищник-жертва».

Примерные тестовые задания

1. Моделирование – это
  - А. идеальное моделирование
  - Б. один из основных методов познания
  - В. физическое моделирование
  - Г. материальное моделирование
2. Материальное моделирование – это
  - А. натурное моделирование
  - Б. физическое моделирование
  - В. аналоговое моделирование
  - Г. все перечисленное
3. Идеальное моделирование – это
  - А. знаковое моделирование
  - Б. наглядное (интуитивное) моделирование
  - В. аналоговое моделирование
  - Г. ответы А и Б
4. Математическая модель – это замкнутое математическое описание объекта
  - А. в форме таблиц, графиков, формул и уравнений
  - Б. в форме таблиц
  - В. в форме формул и уравнений
  - Г. в форме графиков
5. Системный анализ – это научная дисциплина, изучающая
  - А. математические модели объектов
  - Б. проблемы принятия обоснованных решений относительно сложных систем
  - В. проектирование логических схем
  - Г. физические модели объектов
6. Характерные черты ситуации принятия решения
  - А. сложность исследуемой системы
  - Б. наличие множества возможных решений
  - В. все перечисленное
  - Г. осуществление выбора на основе одного или нескольких критериев
7. Системный анализ включает
  - А. количественные методы принятия решений
  - Б. исследование операций

В. качественные методы принятия решений

Г. качественные и количественные методы принятия решений

8. Система представляет собой совокупность элементов, обладающих

А. функцией, которая выражается совокупностью ее системных свойств

Б. связностью, т.е. возможностью соединить два любых элемента системы

В. ответы А и Б

Г. ответы А, Б и В не верны

Примерные вопросы для самоконтроля:

1. Имитационные модели и системы. Область и условия применения.

2. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели.

3. Имитационные эксперименты.

4. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.

5. Моделирование случайных процессов.

6. Стохастические методы в статистической физике.

7. Понятие марковского процесса (марковская цепь).

8. Броуновская динамика.

9. Генераторы случайных чисел.

10. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения.

11. Метод статистических испытаний.

12. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.

13. Особенности моделирования сложных организационно-технических систем.

14. Математические и гуманитарные методы прогноза, их взаимодействие

Примерные задания контрольных работ:

Имеется  $n=4$  вагонов, которые могут выходить из строя и требовать обслуживающего персонала. Время нормального функционирования вагонов - СВ с экспоненциальным законом распределения. Время ремонта (восстановления) вагона - СВ с экспоненциальным законом распределения.

Необходимо определить:

1. Стационарные вероятности системы.

2. Проверить правильность вычислений.

3. Вычислить среднее время числа простаивающих вагонов

4. Вычислить среднее число занятых рабочих

#### 5.4. Оценка результатов обучения в соответствии с индикаторами достижения компетенций

Неудовлетворительно.: не достигнут

Удовлетворительно. Пороговый уровень: фрагментарно знает существенные характеристики математического моделирования и основные классификации математических моделей: аналитические, численные, имитационные, вероятностные, статистические, а также структуру современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; условия и методику применения современных методов и программные средства информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов, методики расчета агрегированных и производных показателей. С помощью преподавателя умеет применять статистические пакеты прикладных программ Microsoft Office 365 ProPlus - ru-ru, LibreOffice 4.4 Help Pack (Russian) и специализированные программы: GeoGebra 5, Lazarus 1.8.0, Maxima (sbcl) 5.36.1, scilab-5.5.2 (64-bit), CorelDraw Graphics Suite X4, Statistica., MathCad; Mathematica; MATLAB; подбирать средства ИКТ для решения задач профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели. На базовом уровне владеет методами грамотного подбора современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; методами ИКТ (моделирование, системный анализ, системное проектирование, методы передачи, сбора, выработки, накопления, хранения, обработки, передачи и защиты информации.); навыками подбора данных для расчетов; способами контроля качества и согласованности полученных результатов.

Хорошо. Базовый уровень: в целом знает существенные характеристики математического моделирования и основные классификации математических моделей: аналитические, численные, имитационные, вероятностные, статистические, а также структуру современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; условия и методику применения современных методов и программные средства информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов, методики расчета агрегированных и производных показателей. Самостоятельно умеет применять статистические пакеты прикладных программ Microsoft Office 365 ProPlus - ru-ru, LibreOffice 4.4 Help Pack (Russian) и специализированные программы: GeoGebra 5, Lazarus 1.8.0, Maxima (sbcl) 5.36.1, scilab-5.5.2 (64-bit), CorelDraw Graphics Suite X4, Statistica., MathCad; Mathematica; MATLAB; подбирать средства ИКТ для решения задач профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели. В целом владеет методами грамотного подбора современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; методами ИКТ (моделирование, системный анализ, системное проектирование, методы передачи, сбора, выработки, накопления, хранения, обработки, передачи и защиты информации.); навыками подбора данных для расчетов; способами контроля качества и согласованности полученных результатов.

Отлично. Высокий уровень: знает существенные характеристики математического моделирования и основные классификации математических моделей: аналитические, численные, имитационные, вероятностные, статистические, а

также структуру современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; условия и методику применения современных методов и программные средства информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов, методики расчета агрегированных и производных показателей. Умеет применять статистические пакеты прикладных программ Microsoft Office 365 ProPlus - ru-ru, LibreOffice 4.4 Help Pack (Russian) и специализированные программы: GeoGebra 5, Lazarus 1.8.0, Maxima (sbcl) 5.36.1, scilab-5.5.2 (64-bit), CorelDraw Graphics Suite X4, Statistica., MathCad; Mathematica; MATLAB; подбирать средства ИКТ для решения задач профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели. На высоком уровне владеет методами грамотного подбора современных инструментальных средств (пакетов) для моделирования технических систем; методами ИКТ (моделирование, системный анализ, системное проектирование, методы передачи, сбора, выработки, накопления, хранения, обработки, передачи и защиты информации.); навыками подбора данных для расчетов; способами контроля качества и согласованности полученных результатов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Издание	Экз.
Л1.1	К. О. Кизбикенов ; Алтайский государственный педагогический университет	Прогнозирование и временные ряды [Электронный ресурс]: учебное пособие — Барнаул : АлтГПУ, 2017 — URL: <a href="http://library.altspu.ru/dc/pdf/kizbikenov.pdf">http://library.altspu.ru/dc/pdf/kizbikenov.pdf</a>	9999
Л1.2	Н. В. Тупик	Компьютерное моделирование: учебное пособие — Саратов : Вузовское образование, 2019 — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/79639.html">http://www.iprbookshop.ru/79639.html</a>	9999
Л1.3	В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко	Компьютерное моделирование: учебное пособие — Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2021 — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/102015.html">http://www.iprbookshop.ru/102015.html</a>	9999
Л1.4	Ю. В. Губарь	Введение в математическое моделирование: учебное пособие — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/101993.html">https://www.iprbookshop.ru/101993.html</a>	9999
Л1.5	Н. И. Лыгина, О. В. Лауферман	Моделирование: учебное пособие — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/98717.html">https://www.iprbookshop.ru/98717.html</a>	9999

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Издание	Экз.
Л2.1	Г. В. Пышноград, Л. М. Бронникова ; Алтайский государственный педагогический университет	Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие — Барнаул : АлтГПУ, 2015 — URL: <a href="http://library.altspu.ru/dc/pdf/bronnikova.pdf">http://library.altspu.ru/dc/pdf/bronnikova.pdf</a>	19998
Л2.2	А. В. Кравченко, Е. В. Драгунова, Ю. В. Кириллов	Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020 — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/99351.html">http://www.iprbookshop.ru/99351.html</a>	9999
Л2.3	А. А. Амосова, Е. А. Амосов	Примеры моделирования экосистем: учебное пособие — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111770.html">https://www.iprbookshop.ru/111770.html</a>	9999
Л2.4	И. В. Наумов, Н. Л. Никулина	Эконометрика. Экономическое моделирование социально-экономических процессов в территориальных системах: учебное пособие — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/115705.html">https://www.iprbookshop.ru/115705.html</a>	9999
Л2.5	Е. В. Яроцкая	Экономико-математические методы и моделирование: учебное пособие — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/90006.html">https://www.iprbookshop.ru/90006.html</a>	9999
Л2.6	Е. П. Енина	Моделирование социально-экономических процессов: учебное пособие — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/108179.html">https://www.iprbookshop.ru/108179.html</a>	9999
Л2.7	М. Ю. Касаткин, В. В. Коробко	Моделирование физиологических процессов и систем растительных организмов: учебное пособие — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2020 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/106268.html">https://www.iprbookshop.ru/106268.html</a>	9999
Л2.8	Н. Н. Максимова	Моделирование в химии: учебно-методическое пособие — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2020 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/103891.html">https://www.iprbookshop.ru/103891.html</a>	9999

	Авторы, составители	Издание	Экз.
Л2.9	А. Д. Нахмац, Ю. В. Родионов	Введение в стохастическое моделирование: учебное пособие — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018 — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/70761.html">http://www.iprbookshop.ru/70761.html</a>	9999

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Пакет Microsoft Office
6.3.1.2	Пакет LibreOffice
6.3.1.3	Пакет OpenOffice.org
6.3.1.4	Операционная система семейства Windows
6.3.1.5	Операционная система семейства Linux
6.3.1.6	Интернет браузер
6.3.1.7	Программа для просмотра электронных документов формата pdf, djvu

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	МЭБ. Межвузовская электронная библиотека / Новосибирский государственный педагогический университет
6.3.2.2	Электронная библиотека НПБ / Алтайский государственный педагогический университет, Научно-педагогическая библиотека
6.3.2.3	eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Оборудованные учебные аудитории, в том числе с использованием мультимедийных комплектов, подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.
7.2	Аудитории для самостоятельной работы с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.
7.3	Компьютерный класс с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

В процессе изучения дисциплины студент освоит понятия математической модели, основных типов математических моделей, научится проводить исследование математических моделей и решать математические вычислительные задачи с помощью ЭВМ. В процессе обучения студентов используются такие виды учебной работы, как лекции, консультации, практические занятия, лабораторные практикумы, контрольные работы/ или курсовые работы, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. На лекции студентам рекомендуется конспектировать

учебный материал; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Практические занятия или практикумы по решению задач предполагают выполнение студентами практических задач предметной области с целью выработки навыков их решения. Практикумы по решению задач выполняются в соответствии с рабочим учебным планом при последовательном изучении тем дисциплины.

Контрольная работа представляет собой изложение в письменном виде результатов теоретического анализа и практической работы студента. Содержание контрольной работы зависит от выбранного варианта. Работы представляются преподавателю на проверку за 7 дней до начала экзаменационной сессии. Защита контрольной работы проходит в форме собеседования во время консультаций. Она оценивается по критериям. При подготовке к лабораторным занятиям студенту, наряду с конспектами лекций, необходимо изучить основную литературу по дисциплине, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя.

Методические рекомендации для обучающихся (с ОВЗ)

Под специальными условиями для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Построение образовательного процесса ориентировано на учет индивидуальных возрастных, психофизических особенностей обучающихся, в частности предполагается возможность разработки индивидуальных учебных планов. Реализация индивидуальных учебных планов сопровождается поддержкой тьютора (родителя, взявшего на себя тьюторские функции в процессе обучения, волонтера). Обучающиеся с ОВЗ, как и все остальные студенты, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом индивидуальных особенностей и специальных образовательных потребностей конкретного обучающегося. При составлении индивидуального графика обучения для лиц с ОВЗ возможны различные варианты проведения занятий: проведение индивидуальных или групповых занятий с целью устранения сложностей в усвоении

лекционного материала, подготовке к семинарским занятиям, выполнению заданий по самостоятельной работе. Для лиц с ОВЗ, по их просьбе, могут быть адаптированы как сами задания, так и формы их выполнения. Выполнение под руководством преподавателя индивидуального проектного задания, позволяющего сочетать теоретические знания и практические навыки; применение мультимедийных технологий в процессе ознакомительных лекций и семинарских занятий, что позволяет экономить время, затрачиваемое на изложение необходимого материала и увеличить его объем. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации преподаватели, в соответствии с потребностями студента, отмеченными в анкете, и рекомендациями специалистов дефектологического профиля, разрабатывает фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов с ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки к ответу на экзамене, выполнения задания для самостоятельной работы. При необходимости студент с ограниченными возможностями здоровья подает письменное заявление о создании для него специальных условий в Учебно-методическое управление Университета с приложением копий документов, подтверждающих статус инвалида или лица с ОВЗ.