

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Юров Сергей Серафимович Автономная некоммерческая организация высшего образования

Должность: ректор

Дата подписания: 01.11.2022 15:24:55

Уникальный программный ключ:

3cba11a39f7f7fadc578ee5ed1f72a427b45709d10da52f2f114bf9bf44b8f14

**“ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И ДИЗАЙНА”**  
**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕСОМ**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор  С.С. Юров

«24» февраля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.11 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Для направления подготовки:**

09.03.02 Информационные системы и технологии  
(уровень бакалавриата)

**Типы задач профессиональной деятельности:**

*производственно-технологический; организационно-управленческий; проектный.*

**Направленность (профиль):**

Информационные системы и технологии в бизнесе

**Форма обучения:**

очная, заочная

**Москва – 2022**

Разработчик: Гайдамакина Ирина Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры гуманитарных и естественно-научных дисциплин АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна».

«15» января 2022 г.



/И.В.Гайдамакина/

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета



(подпись)

/Н.Е. Козырева /

Заведующий кафедрой  
разработчика РПД



(подпись)

/Е.С.Мальцева /

Протокол заседания кафедры № 6 от «27» января 2022 г.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель:

изучить модели представления современной картины мира; классические методы построения моделей, строящиеся на основе дифференциальных уравнений; нелинейные модели процессов, методы самоконтроля и точности при численных методах решения; особенности прикладных математических исследований.

### Задачи:

- освоение знаний о современном состоянии модельных подходов и методик их применения для решения профессиональных прикладных задач;
- приобретение навыков постановки задач и эксперимента по различным научным направлениям.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

### 2.1. Место дисциплины в учебном плане:

**Блок:** Блок 1. Дисциплины (модули).

**Часть:** Обязательная часть.

**Осваивается:** 5 и 6 семестр.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК1 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-8 – способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	<b>ОПК-1.1</b> Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования <b>ОПК-1.2</b> Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования <b>ОПК-1.3</b> Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> основы математики, методы математического моделирования <b>Умеет:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического моделирования <b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности методами математического моделирования
<b>ОПК-8</b> Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и	<b>ОПК-8.1</b> Знать: методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства	<b>Знает:</b> методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей

автоматизированных систем	проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем <b>ОПК-8.2</b> Уметь: применять на практике математическую модель, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике <b>ОПК-8.3</b> Иметь навыки: моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	<b>Умеет:</b> применять на практике математические модели <b>Владеет:</b> навыками моделирования, способен применять математические модели
---------------------------	--	---

## 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» для студентов всех форм обучения, реализуемых в АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна» по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии составляет 7 з.е. / 252 час.

Вид учебной работы	Всего число часов и (или) зачетных единиц (по формам обучения)	
	Очная	Заочная
<b>Аудиторные занятия</b>	102	28
<i>в том числе:</i>		
Лекции	34	12
Практические занятия	68	16
Лабораторные работы	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	114	211
<i>в том числе:</i>		
часы на выполнение КР / КП	36	36
<b>Промежуточная аттестация:</b>		
Вид	зачет, экзамен, КР	зачет, экзамен, КР
Трудоемкость (час.)	36	13
<b>Общая трудоемкость з.е. / часов</b>	7 з.е. / 252 час.	7 з.е. / 252 час.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы дисциплины		Количество часов (по формам обучения)							
№	Наименование	Очная				Заочная			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
1	Введение в теорию математического моделирования	2	4		6		1		11
2	Классические методы построения моделей	2	4		6	1	1		11
3	Математические модели, строящиеся на основе дифференциальных уравнений в индивидуальных и частных производных	2	4		7	1	1		11
4	Нелинейные модели	2	4		7	1	1		11
5	О решениях математических моделей	2	4		7		1		11
6	Линейное программирование	2	6		7	1	1		11
7	Транспортные задачи	4	4		7	1	1		12
8	Элементы теории графов	2	6		7	1	1		12
Итого за семестр (часов)		18	36		54	6	8		90
<b>Форма контроля:</b>		<i>зачет</i>			-	<i>зачет</i>			4
9	Задача Коммивояжера	2	4		10	1	1		20
10	Системы массового обслуживания	2	4		10	1	1		20
11	Модели межотраслевого баланса	2	6		10	1	1		20
12	Основные элементы исследования операций	2	6		10	1	1		20
13	Математическое моделирование поведение потребителя	4	6		10	1	2		20
14	Математическое моделирование поведения производителя	4	6		10	1	2		21
Итого за семестр (часов)		16	32		60	6	8		121
<b>Форма контроля:</b>		<i>Экзамен, КР</i>			36	<i>Экзамен, КР</i>			9
<b>Итого (часов) Дисциплина / форма контроля</b>		34	68		114/ 36				211/ 13
<b>Всего по дисциплине:</b>		7 з.е. / 252 час.				7 з.е. / 252 час.			

**\*\*Часы на курсовое проектирование включены в часы СРС**

## СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### ***Тема 1. Введение в теорию математического моделирования.***

Математическая модель. Общая схема применения математики. Понятие о математической модели. Построение модели. Схема применения математики. Основные требования. Типы математических моделей. Структурные и функциональные модели. Дискретные и непрерывные модели. Линейные и нелинейные модели. Детерминированные и вероятностные модели. Линеаризация. Формулировка термина «линеаризация». Формальный пример линеаризации. Последовательная линеаризация - метод приближенного решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона (пример).

### ***Тема 2. Классические методы построения моделей.***

Построение математической модели. О содержательной модели. Формулирование математической задачи. Задачи анализа и синтеза. Определяющие соотношения. Подбор эмпирической формулы. Модельные представления систем и объектов исследования. Роль математики в объединении разных подходов к пониманию современного мира. О методах моделирования в научных исследованиях (соединение знаний различных дисциплин). Подобие объектов исследования. Рабочие гипотезы, размерности величин, численный эксперимент. Схема распространенных ошибок при математическом моделировании различных процессов. Ошибки в выборе модели. Ошибка в выборе метода исследования.

### ***Тема 3. Математические модели, строящиеся на основе дифференциальных уравнений в индивидуальных и частных производных.***

Динамические системы. Метод построения модели объекта. Основные законы движения. Аксиомы, гипотезы, понятия. Две основные задачи моделирования в динамике. Общая модель – дифференциальное уравнение движения.

### ***Тема 4. Нелинейные модели.***

Линейные и нелинейные модели. Линеаризация. Формулировка термина «линеаризация». Формальный пример линеаризации. Последовательная линеаризация – метод приближенного решения нелинейных моделей. Метод Ньютона (пример). Математическое моделирование процесса извлечения газа из природного пласта. Постановка задачи. Содержательная часть. Математическая модель. Расчетные соотношения. Исследование решения. Истолкование результата. Математическое моделирование реакции системы на интенсивные воздействия в условиях неполной информативности о воздействии. Постановка проблемы исследования. Содержательная модель. Математическая модель, выраженная в виде соотношений. Алгоритм расчета. Результаты расчета. Интерпретация полученных результатов.

### ***Тема 5. О решениях математических моделей.***

Особенности процесса решений математических моделей. Особенности прикладных математических исследований. Понятие практической сходимости при исследовании моделей. Понятие «размытые величины». Рассуждения по аналогии. Рациональные рассуждения. Методы самоконтроля при исследовании моделей. Прикидки. Контроль размерности. Другие виды контроля. Роль примеров. О верификации модели.

### ***Тема 6. Линейное программирование.***

Общая задача линейного программирования (ЗЛП). ЗЛП в стандартной форме. Различные формы записи ЗЛП. Понятие плана, опорный и оптимальный план ЗЛП. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Графический метод решения ЗЛП. Случаи  $n=2$ ,  $n-m=2$ . Решение экономических задач. Свойства решений ЗЛП (4 теоремы). Симплекс-метод (2 этапа). Основная теорема симплекс-метода. Симплекс таблицы. Альтернативный оптимум и вырожденность в ЗЛП. Метод искусственного базиса (М-метод). Теорема, связывающая оптимальное решение исходной задачи и М-задачи. Двойственность в ЗЛП. Экономическая интерпретация двойственных задач. Симметричная пара двойственных задач и правила её построения. Несимметричная пара двойственных задач. Правила построения. Решение экономических задач. Теорема о связи между целевыми функциями пары двойственных задач. Теорема, содержащая достаточный признак оптимальности решений пары двойственных задач. I и II теоремы двойственности. Следствия из II теоремы двойственности и их экономический смысл. Двойственный симплекс-метод. Сокращённые симплекс таблицы.

### ***Тема 7. Транспортные задачи.***

Постановка и математическая модель транспортной задачи (ТЗ). Условия разрешимости и особенности ограничений ТЗ. Нахождение исходного опорного плана ТЗ методами северо-западного угла и минимального элемента (I этап методов потенциалов). Условие оптимальности плана перевозок ТЗ. Теорема. Проверка найденного плана на оптимальность (II этап метода потенциалов). Нахождение нового улучшенного опорного решения ТЗ. Построение цикла пересчета и его особенности.

### ***Тема 8. Элементы теории графов.***

Основные понятия теории графов. Разбиение вершин и дуг графа по рангам и правильная нумерация его вершин. Понятие сети. Задача о минимальном связывающем дереве (алгоритм Краскала). Поток в сети. Задача о максимальном потоке. Разрез в сети. Теорема Форда-Фалкерсона. Алгоритм решения задачи о максимальном потоке - алгоритм Форда-Фалкерсона. Сетевое планирование и управление (СПУ). Сетевой график и правила его построения. Критическое время и критический путь сетевого графика. Нахождение параметров сетевого графика.

### ***Тема 9. Задача Коммивояжера.***

Задача Коммивояжера и ее математическая модель. Метод «ветвей и границ» Алгоритм Ленд и Дойг. Решение задачи Коммивояжера методом «ветвей и границ». Задачи, сводящиеся к задаче Коммивояжера

### ***Тема 10. Системы массового обслуживания.***

Элементы теории массового обслуживания. Марковские случайные процессы, Процесс «гибели и размножения» Классификация СМО Простейшие СМО без очереди Простейшие СМО с очередью.

### ***Тема 11. Модели межотраслевого баланса.***

Математическое моделирование межотраслевых связей. Схема МОБК Коэффициенты прямых, полных материальных затрат. Продуктивность матрицы А Баланс в натуральном, выражении. Коэффициент прямой и полной трудоемкости и фондоемкости.

### ***Тема 12. Основные элементы исследования операций.***

Основные понятия исследования операций (И.О). Основные этапы операционного исследования. Цели и критерии эффективности И.О. Классификация задач И.О. Критерии принятия решений: Гурвица, Вальда, Сэвиджа и Лапласа.

### ***Тема 13. Математическое моделирование поведение потребителя.***

Задача об оптимальном поведении потребителя. Пространство товаров. Функция полезности и ее свойства. Предельная полезность благ. Норма замещения блага. Закон Госсена. Модель оптимального поведения потребителя. Функции спроса. Кривые Энгеля. Функции потребителя на изменения дохода и цен. Коэффициенты эластичности функций спроса по доходам и ценам. Классификация благ. Индексы реального дохода и цен. Критерии Лайспереса и Пааша.

### ***Тема 14. Математическое моделирование поведение производителя.***

Моделирование поведения производителя. Цели производителя. Рыночные структуры. Производственная функция и ее основные свойства. Предельная норма замещения ресурсов. Отдача от расширения масштаба производства. Типовые производственные функции. Задача минимизации функции издержек производства. Функция издержек. Задача максимизации объема выпуска продукции. Модели оптимального поведения производителя в условиях совершенной конкуренции.

## **7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ**

1. Моделирование движения тела в вязкой жидкости.
2. Исследовать движение груза малых размеров в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.
3. Математическая обработка результатов экспериментальных данных.
4. Механика и ее модели.
5. Математическое моделирование и его особенности.
6. Вычислительный эксперимент – импровизация и апробация новых идей.
7. Динамические модели.
8. Роль математики в объединении разных подходов к пониманию современного мира.
9. Этапы применения математического моделирования в исследованиях.
10. Роль ЭВМ в моделировании процессов природного характера.
11. Роль ЭВМ в моделировании процессов техногенного характера.
12. Множественность и единство моделей (на примере грунтов).
13. Моделирование волны разгрузки в пластической среде.
14. Подобие объектов исследования.
15. Об общих распространенных ошибках при моделировании.
16. Подбор эмпирической модели по результатам наблюдений.
17. Линеаризация математических моделей.
18. Методы самоконтроля при моделировании.
19. Методы построения и исследования решения моделей.
20. Методы малого параметра в упрощении и уточнении модели.



21. Асимптотические разложения заданных и искомых функций при применении аналитических методов при построении решения моделей.
22. Выбор и выяснения степени точности решения математической модели реального объекта.
23. Приложение сплайнов в интерполяции при исследовании математической модели объекта.
24. Модельные представления систем объектов исследования в экономической динамике.
25. Модельные представления систем объектов исследования в описательной статистике.
26. Математическое моделирование объекта, совершающего колебательные движения при диссипативном сопротивлении среды.
27. Алгоритм численного расчета модели об истечении газа из природного пласта.
28. Моделирование волны разгрузки в пластической среде (удар по стрелю).
29. Общее решение математической модели волнового движения. Метод Фурье.
30. Приближенное решение модели, выраженной задачей Дирихле методом сеток.
31. Методы определения возраста Земли построением математической модели.
32. Применение математического моделирования (задача о пищевом рационе).
33. Применение математического моделирования (задача о планировании производства).
34. Математические модели аналитической статистике.
35. Математические модели в описательной статистике.
36. Ячеисто-послойный методов в исследовании нелинейных моделей реальных объектов.
37. Модель теплового движения молекул газа.
38. Системный подход в моделировании.
39. Основные принципы моделирования процессов в естествознании.
40. Единая система: идея – проект - практика.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: Приложение 1.**

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

#### **9.1. Рекомендуемая литература:**

1. Математическое моделирование : учебное пособие : [16+] / сост. Д. В. Арясова, М. А. Аханова, С. В. Овчинникова ; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2018. – 283 с.

Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=611357](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=611357)

2. Математическое моделирование: практикум : учебное пособие : [16+] / Л. А. Коробова, В. Бугаев, С. Н. Черняева, Ю. А. Сафонова ; науч. ред. Л. А. Коробова. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с.

Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=482006](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=482006)

3. Масыгин, В. Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании : учебное пособие / В. Б. Масыгин, Н. В. Волгина; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 167 с.

Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=493368](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=493368)

## **9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.**

При осуществлении образовательного процесса по данной учебной дисциплине предполагается использование:

**Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:**

1. Windows 10 Pro Professional (Договор: Tr000391618, срок действия с 20.02.2020 г. по 28.02.2023 г., Лицензия: V8732726);
2. Microsoft Office Professional Plus 2019 (Договор: Tr000391618, срок действия с 20.02.2020 г. по 28.02.2023 г., Лицензия: V8732726).
3. Браузер Google Chrome;
4. Браузер Yandex;
5. Adobe Reader - программа для просмотра, печати и комментирования документов в формате PDF

## **9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <https://biblioclub.ru/> - университетская библиотечная система online Библиоклуб.ру
2. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <https://uisrussia.msu.ru/> - база данных и аналитических публикаций университетской информационной системы Россия
4. <https://www.elibrary.ru/> - электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU, крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций
5. <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система КонсультантПлюс
6. <https://gufo.me/> - справочная база энциклопедий и словарей
7. <https://slovaronline.com> - поисковая система по всем доступным словарям и энциклопедиям
8. <https://www.tandfonline.com/> - коллекция журналов Taylor&Francis Group включает в себя около двух тысяч журналов и более 4,5 млн. статей по различным областям знаний
9. <https://openedu.ru> - «Национальная платформа открытого образования»(ресурсы открытого доступа)
10. <https://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека (ресурсы открытого доступа)
11. <https://link.springer.com> - Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink (ресурсы открытого доступа)
12. <https://zbmath.org> - Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH (ресурсы открытого доступа)
13. <http://www.iprbookshop.ru/> - цифровой образовательный ресурс
14. [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus) – журнал «Математическое моделирование»
15. <https://www.numamo.org/HTML/MainPages/Description.html> - ресурс научных работ из области математического моделирования

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Оборудованные учебные аудитории, в том числе с использованием видеопроектора и подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института.

2. Аудитории для самостоятельной работы с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института.

3. Компьютерный класс с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Института.

4. Аудио и видеоаппаратура.

### **№ 423**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий. Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения:

а) учебной мебелью: столы, стулья, доска маркерная учебная

б) стационарный широкоформатный мультимедиа-проектор Epson EB-X41, экран, колонки.

в) 1 компьютер, подключенный к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна»

### **№ 402**

Помещение для самостоятельной работы. Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения:

а) учебной мебелью: столы, стулья, доска маркерная учебная

б) стационарный широкоформатный мультимедиа-проектор Epson EB-X41, экран, колонки.

в) 11 компьютеров, подключенных к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна»

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения дисциплины студенту необходимо посетить все виды занятий, предусмотренные рабочей программой дисциплины и выполнить контрольные задания, предлагаемые преподавателем для успешного освоения дисциплины. Также следует изучить рабочую программу дисциплины, в которой определены цели и задачи дисциплины, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения. Рассмотреть содержание тем дисциплины; взаимосвязь тем лекций и практических занятий; бюджет времени по видам занятий; оценочные средства для текущей и промежуточной аттестации; критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины. Ознакомиться с методическими материалами, программно-информационным и материально-техническим обеспечением дисциплины.

### **Работа на лекции**

Лекционные занятия включают изложение, обсуждение и разъяснение основных направлений и вопросов изучаемой дисциплины, знание которых необходимо в ходе реализации всех остальных видов занятий и в самостоятельной работе студентов. На лекциях студенты получают самые необходимые знания по изучаемой проблеме. Непременным

условием для глубокого и прочного усвоения учебного материала является умение студентов сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения. Внимательное слушание лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками.

Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями. Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор.

#### Практические занятия

Подготовку к практическому занятию следует начинать с ознакомления с лекционным материалом, с изучения плана практических занятий. Определившись с проблемой, следует обратиться к рекомендуемой литературе. Владение понятийным аппаратом изучаемого курса является необходимым, поэтому готовясь к практическим занятиям, студенту следует активно пользоваться справочной литературой: энциклопедиями, словарями и др. В ходе проведения практических занятий, материал, излагаемый на лекциях, закрепляется, расширяется и дополняется при подготовке сообщений, рефератов, выполнении тестовых работ. Степень освоения каждой темы определяется преподавателем в ходе обсуждения ответов студентов.

#### Самостоятельная работа

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов играет важную роль в воспитании сознательного отношения самих студентов к овладению теоретическими и практическими знаниями, привитии им привычки к направленному интеллектуальному труду. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. Изучение литературы следует начинать с освоения соответствующих разделов дисциплины в учебниках, затем ознакомиться с монографиями или статьями по той тематике, которую изучает студент, и после этого – с брошюрами и статьями, содержащими материал, дающий углубленное представление о тех или иных аспектах рассматриваемой проблемы. Для расширения знаний по дисциплине студенту необходимо использовать Интернет-ресурсы и специализированные базы данных: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

#### Подготовка к сессии

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии студенту следует так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все практические работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы.

## **Методические рекомендации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов по освоению дисциплины**

В АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна» созданы специальные условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающимися с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Для перемещения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна» созданы специальные условия для беспрепятственного доступа в учебные помещения и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При получении образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература. Также имеется возможность предоставления услуг ассистента, оказывающего обучающимся с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь, в том числе услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Получение доступного и качественного высшего образования лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечено путем создания в институте комплекса необходимых условий обучения для данной категории обучающихся. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, размещена на сайте института (<https://obe.ru/sveden/ovz/>).

Для обучения инвалидов и лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата обеспечиваются и совершенствуются материально-технические условия беспрепятственного доступа в учебные помещения, столовую, туалетные, другие помещения, условия их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и др.).

Для адаптации к восприятию обучающимися инвалидами и лицами с ОВЗ с нарушенным слухом справочного, учебного материала, предусмотренного образовательной программой по выбранным направлениям подготовки, обеспечиваются следующие условия:

для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы, оповещающие о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

разговаривая с обучающимся, педагог смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих инвалидов и лиц с ОВЗ проводится за счет:

использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию инвалидами и лицами с ОВЗ с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна» по выбранной специальности, обеспечиваются следующие условия:

ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей

инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

В начале учебного года обучающиеся несколько раз проводятся по зданию АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна» для запоминания месторасположения кабинетов, помещений, которыми они будут пользоваться;

педагог, его собеседники, присутствующие представляются обучающимся, каждый раз называется тот, к кому педагог обращается;

действия, жесты, перемещения педагога коротко и ясно комментируются;

печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается; обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснения на диктофон (по желанию обучающегося).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ определяется преподавателем в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ с учетом его индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
**«ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И ДИЗАЙНА»**

Факультет управления бизнесом

**Фонд оценочных средств**

Текущего контроля и промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)

**Б1.О.11 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Для направления подготовки:**

09.03.02 Информационные системы и технологии  
(уровень бакалавриата)

**Типы задач профессиональной деятельности:**

производственно-технологический; организационно-управленческий; проектный.

**Направленность (профиль):**

Информационные системы и технологии в бизнесе

**Форма обучения:**

очная, заочная

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ОПК-1.1</b> Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования <b>ОПК-1.2</b> Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования <b>ОПК-1.3</b> Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b> основы математики, методы математического моделирования <b>Умеет:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического моделирования <b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности методами математического моделирования</p>
<p><b>ОПК-8</b> Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем</p>	<p><b>ОПК-8.1</b> Знать: методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем <b>ОПК-8.2</b> Уметь: применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике <b>ОПК-8.3</b> Иметь навыки: моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем</p>	<p><b>Знает:</b> методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей <b>Умеет:</b> применять на практике математические модели <b>Владеет:</b> навыками моделирования, способен применять математические модели</p>

### Типовые оценочные средства, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю):

#### ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

##### Тест для контроля сформированности «ОПК-1.1»

Вопрос №1 . Адекватность модели зависит от:

*Варианты ответов:*

1. проведенных расчетов
2. цели моделирования и принятых критериев
3. интерпретации результата моделирования
4. точки зрения разработчика

Вопрос №2 . Что такое моделирование?

*Варианты ответов:*

1. основной метод оценок, используемых в экономике
2. основной метод исследования во всех областях знаний, используемый в различных сферах деятельности



3. написание уравнений, получение результата решения
4. автоматическая система

Вопрос №3 . Моделирование избирательного процесса используется для ...

*Варианты ответов:*

1. составления электорального прогноза по выборам
2. коррекции избирательного законодательства
3. подсчета голосов избирателей на выборах
4. анализа результатов выборов

Вопрос №4 . Компьютерное моделирование в политической науке активно используют при исследовании ...

*Варианты ответов:*

1. сложных масштабных систем с большим объемом количественных показателей
2. деятельности политических лидеров в конкретных ситуациях
3. имиджевых и репутационных характеристик субъектов политики
4. предвыборных программ кандидатов и партий

Вопрос №5 . Моделирование является стохастическим, если

*Варианты ответов:*

1. Входные характеристики выбраны проектировщиком случайным образом
2. при определении поведения системы, выходных характеристик учитываются случайные факторы
3. При построении модели используются конечно-разностные схемы

### **Критерии оценки выполнения задания**

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	от 0% до 30% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Удовлетворительно	от 31% до 50% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Хорошо	от 51% до 80% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Отлично	от 81% до 100% правильных ответов из общего числа тестовых заданий

### **Контрольная работа для контроля сформированности «ОПК-1.2»**

Самостоятельная работа №3.

Вариант 1.

Задача 1. Типы математических моделей (структурные и функциональные, стационарные, эволюционные и т. д.). Дать примеры. Задача 2. Начально-граничные условия математической модели процесса. Задача 3. Построить математическую модель и произвести расчеты указанных параметров. Протон и  $\alpha$  - частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в плоский конденсатор параллельно пластинам. Во сколько раз отклонение протона полет конденсатора будет больше отклонения  $\alpha$  - частицы. Задача 4. Математическим моделирование определить период  $T$  свободных колебаний двухрессорного вагона каждая из рессор прогибается на 5 см.

Вариант 2.

Задача 1. Классическая модель волновых процессов. (Колебания струны. Задача Коши). Задача 2. Теоремы эквивалентности и соответствия, используемые при численной реализации математической модели волнового движения среды. Задача 3. Построить модель. Тело весом 10 кг колеблется под действием упругой силы равной 20 кг, при смещении в 1 м, причем сопротивление среды пропорционально скорости. Найти закон колебания, если телу было сообщена начальная  $v_0=5$  м/с и после 3-х колебаний амплитуда уменьшилась в 10 раз. Задача 4. Построить модель. Самолет начинает пикировать без начальной вертикальной скорости. Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости. Найти зависимость между вертикальной скоростью в данный момент, пройденным путем и максимальной скоростью пикирования.

Вариант 3.

Задача 1. Характеристики и условия на характеристиках уравнения движения газа (инициируемого движением поршня). Задача 2. Понятие математической модели. Общая схема применения математики (привести пример). Задача 3. Исследовать модельным подходом движение. Подводная лодка, не имевшая хода, получив небольшую отрицательную плавучесть  $P$ , погружается на глубину, двигаясь поступательно. Сопротивление воды при этом можно принять пропорциональным первой степени скорости погружения и равным  $k s U$ , где  $k$ - коэффициент пропорциональности,  $s$ - площадь горизонтальной проекции лодки,  $u$  – скорость погружения. Масса лодки  $M$ . Определить скорость погружения. Задача 4. Дать алгоритм численного расчета модели реального газа. 32 кг кислорода находится при температуре  $t=27^\circ \text{C}$  и давлении  $p = 107 \text{ Н}$ . Найти  $m$  объем газа, считая, что кислород при данных условиях ведет себя как реальный газ.

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
Удовлетворительно	Обучающийся показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует базовые понятия, допускает ошибки в решении практических задач, при этом владеет основными понятиями тем, выносимых на контрольную работу, необходимыми для дальнейшего обучения
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя
Отлично	Обучающийся показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач

### Контрольная работа для контроля сформированности «ОПК-1.3»

Самостоятельная работа №4.

Вариант .1

Задача 1. Основные требования и элементы моделей реальных процессов.

Задача 2. Математические модели, выражающиеся основными уравнениями математической функции (уравнения колебания струны, теплопроводности, Лапласа).

Задача 3. Построить модель и дать алгоритм расчета. Электрон ускоренной разностью потенциалов  $U = 6 \text{ кВ}$ , влетает в однородное магнитное поле под углом  $30^\circ$  к направлению поля. Индукция магнитного поля  $B = 1,310 \text{ Тл}$ . Найти: 1) радиус витка спирали, 2) шагспирали.

Задача 4. Построить модель. Частица массой  $m$ , несущая отрицательный заряд  $e$ , вступает в однородное магнитное поле напряженностью  $H$  со скоростью  $D > 0$  перпендикулярной к направлению,  $H$  поля. Определить траекторию дальнейшего движения частицы ( $F = (v \times H)$ ).

Вариант 2.

Задача 1. Постановка задачи с начальными данными (математическая модель представлена дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка).

Задача 2. Построить математическую модель и произвести расчеты указанных параметров. Протон и  $\alpha$ -частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в плоский конденсатор параллельно пластинам. Во сколько раз отклонение протона полет конденсатора будет больше отклонения  $\alpha$ - частицы.

Задача 3.

Смоделировать на основе принципа возможных перемещений процесс. Груз  $Q$  поднимается с помощью домкрата, который приводится в движение рукояткой  $OA = 6 \text{ см}$ . К концу рукоятки, перпендикулярно к ней, приложена сила  $P = 16 \text{ кг}$ . Определить величину груза  $Q$  если шаг винта

домкрата  $h=12\text{мм}$ . Задача 4. Процессы движения тела, моделируемые задачей Коши (случай-сила функция скорости).

Вариант 3.

Задача 1. Процессы динамики движения тела, моделируемые задачей Коши (случай-сила функция от времени).

Задача 2. Характеристики математической модели, выраженной ДУЧП второго порядка.

Задача 3. Построить модель колебательного движения точки массы  $m$ , находящейся под действием восстанавливающей силы  $F=-cx$  и постоянной силы  $F_0$ . В начальный момент  $t=0$ ,  $X_0=0$ ,  $c$ - коэффициент жесткости. Найти уравнение движения точки, а также период колебаний.

Задача 4. На основе модели решить первую основную задачу динамики построив модель Движение материальной точки массой  $2\text{ г}$  выражается уравнениями  $x = \cos 3/2?t$  (см),  $y = 3\sin( (?/2)t )$  (см). Определить силу действующую на материальную точку.

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
Удовлетворительно	Обучающийся показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует базовые понятия, допускает ошибки в решении практических задач, при этом владеет основными понятиями тем, выносимых на контрольную работу, необходимыми для дальнейшего обучения
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя
Отлично	Обучающийся показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач

### Контрольная работа для контроля сформированности «ОПК-1.3»

Самостоятельная работа №1.

Вариант 1.

Задача 1. Общие требования к моделированию процессов (природного, техногенного и антропогенного характера).

Задача 2. Основные требования к математической модели системы.

Задача 3. Разработать модель движения. Корабль массы  $107\text{ кг}$  движется со скоростью  $16\text{ м/с}$ . Сопротивление воды пропорционально квадрату скорости корабля и равна  $3105\text{ Н}$  при скорости  $1\text{ м/с}$ . Какое расстояние пройдет корабль, прежде чем скорость его станет равной  $4\text{ м/с}$ . За какое время корабль пройдет это расстояние.

Задача 4. Построить математическую модель. Определить период  $T$  свободных колебаний двухрессорного вагона каждая из рессор прогибается на  $5\text{ см}$ .

Вариант 2.

Задача 1. Условия корректности математической модели исследуемого процесса.

Задача 2. Метод построения математической модели движение твердого тела.

Задача 3. При небольших скоростях сопротивление движению поезда определяется эмпирической формулой  $R=(2,5+0,05V)Q$ , где  $Q$  - вес поезда в тоннах,  $V$ -скорость в м/с. Постройте математическую модель и определите, через сколько времени ( $T$ ) и на каком расстоянии  $S$  рудничный поезд (на горизонтальном расстоянии) приобретает скорость  $V=12\text{ км/ч}$ , если  $Q=40\text{ т}$ , а сила тяги электровоза  $200$

кг.

Задача 4. Построить математическую модель. Тело весом 10 кг колеблется под действием упругой силы равной 20 кг, при смещении в 1 м, причем сопротивление среды пропорционально скорости. Найти закон колебания, если телу было сообщена начальная  $v=5$  м/с и после 3-х колебаний амплитуда уменьшилась в 10 раз.

Вариант 3.

Задача 1. Основные принципы математического моделирования процессов в естествознании (аксиомы, понятия, допущения, законы).

Задача 2. Рабочие гипотезы. Пример математической модели.

Задача 3. Построить модель колебательного движения точки массы  $m$ , находящейся под действием восстанавливающей силы  $F=-cx$  и постоянной силы  $F_0$ . В начальный момент  $t=0$ ,  $x_0=0$ ,  $\dot{x} = 0$ ,  $c$  – коэффициент жесткости. Найти уравнение движения точки, а также период колебаний

Задача 4.

Построить математическую модель полета снаряда и найти дальность полета, если радиус кривизны траектории в высшей ее точки  $\rho = 16$  км, а угол наклона ствола орудия к горизонту  $\alpha = 30^\circ$ .

Сопротивлением воздуха пренебречь.

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
Удовлетворительно	Обучающийся показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует базовые понятия, допускает ошибки в решении практических задач, при этом владеет основными понятиями тем, выносимых на контрольную работу, необходимыми для дальнейшего обучения
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя
Отлично	Обучающийся показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач

### Тест для контроля сформированности «ОПК-8.1»

Вопрос №1 .

Даны функции спроса  $q = \frac{2p+4}{p+1}$  и предложения  $s = 2p+1$ , где  $p$  – цена товара. Тогда равновесный объем равен...

Варианты ответов:

- 1
- 3
- 1
- 3/2
- 3/2

Вопрос №2 .

Даны функции спроса  $q = \frac{3p-3}{2p-4}$  и предложения  $s = p-3$ , где  $p$  – цена товара. Тогда равновесный объем равен ...

Варианты ответов:

1. -5
2. -3/2
3. 2
4. 5
5. 1

Вопрос №3 .

Даны функции спроса  $q = \frac{p+4}{2p+2}$  и предложения  $s = 2p-3$ , где  $p$  – цена товара. Тогда равновесный объем равен ...

Варианты ответов:

1. -2
2. 2
3. 1
4. -5/4
5. 5/4

Вопрос №4 .

Функция  $u(t) = t^3 - 4t - 1$  выражает объем произведенной продукции за время  $t$ . В момент времени  $t_0 = 2$  производительность труда равна...

Варианты ответов:

1. 8
2. -1
3. 12
4. 6
5. 3

Вопрос №5 .

Классический подход в моделировании

Варианты ответов:

1. Рассматривает систему путем перехода от частного к общему, синтезирует систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно
2. Система дискретна
3. Система состоит из целого объекта
4. Рассматривает одну важную компоненту

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	от 0% до 30% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Удовлетворительно	от 31% до 50% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Хорошо	от 51% до 80% правильных ответов из общего числа тестовых заданий
Отлично	от 81% до 100% правильных ответов из общего числа тестовых заданий

## Контрольная работа для контроля сформированности «ОПК-8.2»

Контрольная работа

Вариант 1.

Задача 1. Математическое моделирование волны разгрузки в пластической среде (удар по стержню).

Задача 2. Модель математическая валового движения (классическая). Формула Даламбера. Физическая интерпретация.

Задача 3. Модельным подходом определить период  $T$  свободных колебаний двухрессорного вагона каждая из рессор прогибается на 5 см.

Задача 4. При небольших скоростях сопротивление движению поезда определяется эмпирической формулой  $R=(2,5+0,05V)Q$ , где  $Q$  - вес поезда в тоннах,  $V$ -скорость в м/с. Постройте математическую модель и определите, через сколько времени ( $T$ ) и на каком расстоянии  $S$  рудничный поезд (на горизонтальном расстоянии) приобретает скорость  $V=12$  км/ч, если  $Q=40$  т, а сила тяги электровоза 200 кг.

Вариант 2.

Задача 1. Метод характеристик в численной реализации модели распространения волн в газе.

Задача 2. Общее решение математической модели волнового движения. Метод Фурье.

Задача 3. Построить модель. Тело весом 10 кг колеблется под действием упругой силы равной 20 кг, при смещении в 1 м, причем сопротивление среды пропорционально скорости. Найти закон колебания, если телу было сообщена начальная  $v_0=5$  м/с и после 3-х колебаний амплитуда уменьшилась в 10 раз.

Задача 4. Построить математическую модель объекта и определить ускорение оси катка А. Каток А весом  $Q$ , скатывается без скольжения по наклонной плоскости вниз, поднимая при этом груз С весом  $P$ . Блок В вращается вокруг неподвижной оси О. Каток А, блок В- однородные круглые диски одинакового веса и радиуса.

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
Удовлетворительно	Обучающийся показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует базовые понятия, допускает ошибки в решении практических задач, при этом владеет основными понятиями тем, выносимых на контрольную работу, необходимыми для дальнейшего обучения
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя
Отлично	Обучающийся показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач

## Контрольная работа для формирования «ОПК-8.3»

Самостоятельная работа №2.

Вариант 1.

Задача 1. Формулирование математической задачи. Задача анализа и синтеза. Задача 2. Модель движения материального тела (точки) (Дифференциальные уравнения движения). Задача 3. Модельным

подходом опишите траекторию заряженной частицы  $t$ , несущей заряд  $q$  электричества в однородном электрическом поле с переменной напряженностью  $E = A \cos kt$  ( $A, k$  - заданные постоянные), если она движется со скоростью  $V_0$  перпендикулярно к направлению силовых линий поля. Задача 4. Груз  $Q$  поднимается с помощью домкрата, который приводится в движение рукояткой  $OA = 6$  см. К концу рукоятки, перпендикулярно к ней, приложена сила  $P = 16$  кг. Определить величину груза  $Q$  если шаг винта домкрата  $h = 12$  мм.

Вариант 2.

Задача 1. Начально-граничные условия математической модели процесса. Задача 2. Формулирование математической задачи. Задача анализа и синтеза. Задача 3. Построить математическую модель.

Частица массы  $t$ , несущая заряд  $e$  электричества, находится в однородном электрическом поле с переменной напряженностью  $E = A \sin kt$  ( $A, k$  - заданные постоянные). Начальная скорость частицы равна нулю. Задача 4. Построить статистическую модель объекта. В гладкой стене прислонена однородная лестница  $AB$  по углом  $45^\circ$  к горизонту; вес лестницы 20 кг; в точке  $D$  на расстоянии - длины лестницы ( $AD$ ) находился человек весом 60 кг. Найти давление лестницы на опору  $A$  и на стену.

Вариант 3.

Задача 1. Линейные и нелинейные математические модели, (примеры). Задача 2. Модель движения материального тела (точки) (Дифференциальные уравнения движения). Задача 3. Построить математическую модель объекта и определить ускорение оси катка  $A$ . Каток  $A$  весом  $Q$ , скатывается без скольжения по наклонной плоскости вниз, поднимая при этом груз  $C$  весом  $P$ . Блок  $B$  вращается вокруг неподвижной оси  $O$ . Каток  $A$ , блок  $B$  - однородные круглые диски одинакового веса и радиуса. Задача 4. Исследовать модельным подходом падение тела в воздухе без начальной скорости.

Соппротивление воздуха  $R = kV$ , где  $V$  - величина скорости тела,  $P$  - вес тела. Какова будет скорость тела по истечении времени  $t$  после начала движения? Каково предельное значение скорости?

### Критерии оценки выполнения задания

Оценка	Критерии оценивания
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
Удовлетворительно	Обучающийся показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильно формулирует базовые понятия, допускает ошибки в решении практических задач, при этом владеет основными понятиями тем, выносимых на контрольную работу, необходимыми для дальнейшего обучения
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя
Отлично	Обучающийся показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач

### Цели и задачи курсовой работы

Курсовая работа – это средство контроля, организованное как самостоятельная работа студента по темам, которые связаны с изучаемой дисциплиной, и рассчитаны на выяснение объема и умений практического применения обучающимся знаний по учебной дисциплине «Математическое моделирование», поэтому целью выполнения курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, их систематизация и развитие.

Курсовая работа является самостоятельной научной работой обучающегося и должна отражать

приобретенные практические навыки и результаты исследования по общим и специальным разделам учебной дисциплины в рамках выбранной темы. При написании курсовой работы обучающийся приобретает навыки работы с литературой, умение анализировать источники и литературу, производить необходимые расчеты, выстраивать математические модели по предмету исследования и делать обоснованные выводы.

Задачи курсовой работы:

развитие творческих способностей, перспективного мышления, вкуса к исследовательской деятельности;

приобретение навыков научного и новаторского подхода к моделированию различных процессов и явлений;

практическое применение методов математического моделирования и анализа результатов; самостоятельное определение обучающимися предмета и объекта исследования; самостоятельное осуществление поиска и анализа информации обучающимися; приобретение опыта защиты курсовых работ.

Предметом курсовой работы являются природные процессы, техногенные, теоретические и научные положения, присущие объекту исследования, явлений, отношений, закономерностей, связей, присущих исследуемому объекту и представляющих интерес как с точки зрения научной, так и практической цели исследования.

### **Примерный перечень тем курсовых работ:**

1. Моделирование движения тела в вязкой жидкости.
2. Исследовать движение груза малых размеров в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.
3. Математическая обработка результатов экспериментальных данных.
4. Механика и ее модели.
5. Математическое моделирование и его особенности.
6. Вычислительный эксперимент – импровизация и апробация новых идей.
7. Динамические модели.
8. Роль математики в объединении разных подходов к пониманию современного мира.
9. Этапы применения математического моделирования в исследованиях.
10. Роль ЭВМ в моделировании процессов природного характера.
11. Роль ЭВМ в моделировании процессов техногенного характера.
12. Множественность и единство моделей (на примере грунтов).
13. Моделирование волны разгрузки в пластической среде.
14. Подобие объектов исследования.
15. Об общих распространенных ошибках при моделировании.
16. Подбор эмпирической модели по результатам наблюдений.
17. Линеаризация математических моделей.
18. Методы самоконтроля при моделировании.
19. Методы построения и исследования решения моделей.
20. Методы малого параметра в упрощении и уточнении модели.
21. Асимптотические разложения заданных и искомых функций при применении аналитических методов при построении решения моделей.
22. Выбор и выяснения степени точности решения математической модели реального объекта.
23. Приложение сплайнов в интерполяции при исследовании математической модели объекта.
24. Модельные представления систем объектов исследования в экономической динамике.
25. Модельные представления систем объектов исследования в описательной статистике.
26. Математическое моделирование объекта, совершающего колебательные движения при



диссипативном сопротивлении среды.

27. Алгоритм численного расчета модели об истечении газа из природного пласта.
28. Моделирование волны разгрузки в пластической среде (удар по стрелю).
29. Общее решение математической модели волнового движения. Метод Фурье.
30. Приближенное решение модели, выраженной задачей Дирихле методом сеток.
31. Методы определения возраста Земли построением математической модели.
32. Применение математического моделирования (задача о пищевом рационе).
33. Применение математического моделирования (задача о планировании производства).
34. Математические модели аналитической статистике.
35. Математические модели в описательной статистике.
36. Ячеисто-послойный методов в исследовании нелинейных моделей реальных объектов.
37. Модель теплового движения молекул газа.
38. Системный подход в моделировании.
39. Основные принципы моделирования процессов в естествознании.
40. Единая система: идея – проект - практика.

### Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценивания	Итоговая оценка
Работа представлена с существенными замечания к содержанию и оформлению. В работе отсутствуют самостоятельные разработки, решения или выводы. Неудовлетворительно представлена теоретико-методологическая база исследования. Допущены многочисленные грубые ошибки в интерпретации исследуемого материала. Обучающийся на защите не может аргументировать выводы, не отвечает на вопросы.	Неудовлетворительно
Работа выполнена с незначительными отступлениями от требований. Содержание работы в целом раскрывает заявленную тему, но допущены существенные ошибки в решение поставленных задач. Обучающийся не высказывал в работе своего мнения. Продемонстрировано плохое владение терминологической базой проблемы, встречаются содержательные и языковые ошибки. При защите работы обучающийся слабо владеет материалом, отвечает не на все вопросы.	Удовлетворительно
Работа оформлена с незначительными отступлениями от требований. Содержание работы в целом раскрывает заявленную тему, но поставленные задачи решены не полностью. Допущены отдельные неточности в выборе обоснования методики исследования, постановки задач, формулировке выводов. При защите работы обучающийся владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.	Хорошо
Работа оформлена в полном соответствии с требованиями. Тема работы проблемная и оригинальная. В работе раскрывается заявленная тема, содержится решение поставленных задач. Работа отличается логичностью, обоснованностью выводов, четким изложением, ясностью оценки результатов. При защите работы обучающийся свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.	Отлично

### Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### Тема 1. Введение в теорию математического моделирования

1. Роль модельных подходов в построении научной картины мира.
2. Методы моделирования научных исследований.
3. Этапы математического моделирования.
4. Роль ЭВМ при исследовании математических моделей.
5. Понятие о математической модели.

6. Построение модели.
7. Схема применения математики.
8. Основные требования.
9. Структурные и функциональные модели.
10. Дискретные и непрерывные модели.
11. Линейные и нелинейные модели.
12. Детерминированные и вероятностные модели.
13. Формулировка термина «линеаризация».
14. Формальный пример линеаризации.
15. Последовательная линеаризация - метод приближенного решения нелинейных уравнений.
16. Метод Ньютона (пример).

#### *Тема 2. Классические методы построения моделей*

17. О содержательной модели.
18. Формулирование математической задачи. Задачи анализа и синтеза.
19. Определяющие соотношения.
20. Подбор эмпирической формулы.
21. Модельные представления систем и объектов исследования.
22. Роль математики в объединении разных подходов к пониманию современного мира.
23. О методах моделирования в научных исследованиях (соединение знаний различных дисциплин).
24. Подобие объектов исследования.
25. Рабочие гипотезы, размерности величин, численный эксперимент.
26. Ошибки в выборе модели.
27. Ошибка в выборе метода исследования.
28. Влияние интерполяции и экстраполяции.

#### *Тема 3. Математические модели, строящиеся на основе дифференциальных уравнений в индивидуальных и частных производных*

29. Законы, которые лежат в основе динамики.
30. Опишите, в чем заключается задача Коши, которая представляет динамическую модель.
31. Расскажите, какие типы моделей вы знаете.
32. Две основные задачи динамики.
33. Расскажите, каким уравнением выражается классическая динамическая модель.
34. Динамические модели, выраженные координатным способом задания движения.
35. Динамические модели, выраженные векторным способом задания движения.
36. Две основные задачи динамики: прямая и обратная.
37. Общий вид дифференциальных уравнений движения объекта как материальной точки при координатном способе.

#### *Тема 4. Нелинейные модели*

38. Математическая модель.
39. Расчетные соотношения. Алгоритм.
40. Исследование решения.
41. Истолкование результата.
42. Постановка проблемы исследования.
43. Содержательная модель.
44. Математическая модель, выраженная в виде соотношений.
45. Алгоритм расчета.
46. Результаты расчета.
47. Особенности прикладных математических исследований.
48. Линейные и нелинейные модели.
49. Детерминированные и вероятностные модели.
50. Формулировка термина «линеаризация».
51. Формальный пример линеаризации.
52. Последовательная линеаризация - метод приближенного решения нелинейных уравнений.

## *Тема 5. О решениях математических моделей*

53. Влияние на процесс решения интуиции, наглядных и физических соображений.
54. Понятия, которые с точки зрения строгой математики называются «размытыми».
55. Практическая сходимость при решении содержательных моделей.
56. Отличие практической сходимости от сходимости в чисто математическом смысле.
57. Метод рассуждения по аналогии.
58. Роль вычислительного эксперимента.
59. Вычислительный эксперимент как разновидность моделирования.
60. Математические процедуры, которые не приспособлены к расчету на ЭВМ.
61. Подготовка задач к программированию.
62. Подбор рациональных решений на ЭВМ.
63. Ситуации, которые считаются экстремальными.
64. Польза, которую приносят прикидки разного рода при моделировании.
65. Роль систематических прикидок для текущего контроля.
66. Контроль системы единиц.
67. Контроль математической замкнутости.
68. Адекватность математической модели.
69. Опишите, как подтвердить адекватность принятой модели.
70. Тест «контроль размерности» при моделировании.
71. Приведите примеры прикидок, позволяющие обнаружить грубую ошибку.
72. Опишите, как рассогласованность сказывается на решении модели.

## *Тема 6. Линейное программирование*

73. Общая задача линейного программирования (ЗЛП). ЗЛП в стандартной форме.
74. Различные формы записи ЗЛП.
75. Понятие плана, опорный и оптимальный план ЗЛП.
76. Геометрическая интерпретация ЗЛП.
77. Графический метод решения ЗЛП.
78. Случаи  $n=2$ ,  $n-m=2$ .
79. Решение экономических задач.
80. Свойства решений ЗЛП (4 теоремы).
81. Симплекс-метод (2 этапа).
82. Основная теорема симплекс-метода.
83. Симплекс таблицы.
84. Альтернативный оптимум и вырожденность в ЗЛП.
85. Метод искусственного базиса (М-метод).
86. Теорема, связывающая оптимальное решение исходной задачи и М-задачи.
87. Двойственность в ЗЛП.
88. Экономическая интерпретация двойственных задач.
89. Симметричная пара двойственных задач и правила её построения.
90. Несимметричная пара двойственных задач. Правила построения. Решение экономических задач.
91. Теорема о связи между целевыми функциями пары двойственных задач.
92. Теорема, содержащая достаточный признак оптимальности решений пары двойственных задач.
93. I и II теоремы двойственности.
94. Следствия из II теоремы двойственности и их экономический смысл.
95. Двойственный симплекс-метод.
96. Сокращённые симплекс таблицы.

## *Тема 7. Транспортные задачи*

97. Постановка и математическая модель транспортной задачи (ТЗ).
98. Условия разрешимости и особенности ограничений ТЗ.
99. Нахождение исходного опорного плана ТЗ методами северо-западного угла и минимального элемента (I этап методов потенциалов).
100. Условие оптимальности плана перевозок ТЗ. Теорема.
101. Проверка найденного плана на оптимальность (II этап метода потенциалов).
102. Нахождение нового улучшенного опорного решения ТЗ.

103. Построение цикла пересчета и его особенности.

#### *Тема 8. Элементы теории графов*

104. Основные понятия теории графов.

105. Разбиение вершин и дуг графа по рангам и правильная нумерация его вершин.

106. Понятие сети.

107. Задача о минимальном связывающем дереве (алгоритм Краскала).

108. Поток в сети.

109. Задача о максимальном потоке.

110. Разрез в сети. Теорема Форда-Фалкерсона.

111. Алгоритм решения задачи о максимальном потоке-алгоритм Форда-Фалкерсона.

112. Сетевое планирование и управление (СПУ).

113. Сетевой график и правила его построения.

114. Критическое время и критический путь сетевого графика.

115. Нахождение параметров сетевого графика.

#### *Тема 9. Задача Коммивояжера*

116. Задача Коммивояжера и ее математическая модель.

117. Метод "ветвей и границ".

118. Алгоритм Ленд и Дойг.

119. Решение задачи Коммивояжера методом «ветвей и границ».

120. Задачи, сводящиеся к задаче Коммивояжера.

#### *Тема 10. Системы массового обслуживания*

121. Элементы теории массового обслуживания.

122. Марковские случайные процессы.

123. Процесс "гибели и размножения".

124. Классификация СМО.

125. Простейшие СМО без очереди.

126. Простейшие СМО с очередью.

#### *Тема 11. Модели межотраслевого баланса*

127. Математическое моделирование межотраслевых связей.

128. Схема МОБ.

129. Коэффициенты прямых, полных материальных затрат.

130. Продуктивность матрицы А.

131. Баланс в натуральном, выражении.

132. Коэффициент прямой и полной трудоемкости и фондоемкости.

#### *Тема 12. Основные элементы исследования операций*

133. Основные понятия исследования операций (И.О).

134. Основные этапы операционного исследования.

135. Цели и критерии эффективности И.О.

136. Классификация задач И.О.

137. Критерии принятия решений: Гурвица, Вальда, Сэвиджа и Лапласа.

#### *Тема 13. Математическое моделирование поведение потребителя*

138. Задача об оптимальном поведении потребителя.

139. Пространство товаров.

140. Функция полезности и ее свойства.

141. Предельная полезность благ. Норма замещения блага.

142. Закон Госсена.

143. Модель оптимального поведения потребителя.

144. Функции спроса. Кривые Энгеля.

145. Функции потребителя на изменения дохода и цен.

146. Коэффициенты эластичности функций спроса по доходам и ценам.

147. Классификация благ.

148. Индексы реального дохода и цен.

149. Критерии Лайспереса и Пааша.

*Тема 14. Математическое моделирование поведения производителя*

150. Моделирование поведения производителя.

151. Цели производителя.

152. Рыночные структуры.

153. Производственная функция и ее основные свойства

154. Предельная норма замещения ресурсов

155. Отдача от расширения масштаба производства.

156. Типовые производственные функции.

157. Задача минимизации функции издержек производства.

158. Функция издержек.

159. Задача максимизации объема выпуска продукции.

160. Модели оптимального поведения производителя в условиях совершенной конкуренции.

**Уровни и критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины**

	Критерии оценивания	Итоговая оценка
Уровень 1. Недостаточный	Незнание значительной части программного материала, неумение даже с помощью преподавателя сформулировать правильные ответы на задаваемые вопросы, невыполнение практических заданий	Неудовлетворительно/ Незачтено
Уровень 2. Базовый	Знание только основного материала, допустимы неточности в ответе на вопросы, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при решении практических задач	Удовлетворительно/ зачтено
Уровень 3. Повышенный	Твердые знания программного материала, допустимые несущественные неточности при ответе на вопросы, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при решении практических задач	Хорошо/ зачтено
Уровень 4. Продвинутый	Глубокое освоение программного материала, логически стройное его изложение, умение связать теорию с возможностью ее применения на практике, свободное решение задач и обоснование принятого решения	Отлично/ зачтено