



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра алгебраических и информационных систем

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИМИТ ИГУ

М. В. Фалалеев М. В. Фалалеев

«19» мая 2021 г.



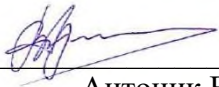
Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.ДВ.01.01 Математическое моделирование

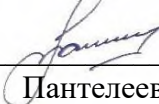
Направление подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Направленность (профиль) подготовки	Фундаментальная информатика и информационные технологии
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2021 г.

Согласовано с УМК Института математики
и информационных технологий
Протокол № 4 от «19» мая 2021 г.

Председатель  _____
Антоник В.Г.

Рекомендовано кафедрой Алгебраических и
информационных систем ИМИТ ИГУ:
Протокол № 11 от «29» апреля 2021 г.

Зав. кафедрой  _____
Пантелеев В.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре опоп во.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ.....	6
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	7
4.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	9
4.5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ).....	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)....	10
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины	10
7. Образовательные технологии	11
8. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	11

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются: показать важность математического моделирования при решения прикладных задач.

Задачи:

- ознакомление с основными принципами применения математических методов и моделей;
- овладение основными принципами по организации, планированию и реализации эксперимента;
- изучение моделей методами математической статистики; приобретение навыков интерпретации и применения моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на третьем курсе.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения курсов «Математический анализ», «Пакеты компьютерной математики», «Теория вероятностей и математическая статистика».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: не предусмотрен.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 Способность проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности, принимать участие в научных дискуссиях, выступать с сообщениями и докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представлять материалы собственных исследований; проводить	ИДК ПК2.1 Имеет навык подготовки и проведения публичных докладов по темам выполняемых работ	Знает требования, предъявляемые к публичным докладам. Умеет подготовить доклад в соответствии с требованиями по содержанию и регламенту. Владеет методами подготовки сопроводительного материала к докладу.

корректуру, редактирование, реферирование работ.		
	ИДК ПК2.2 Владеет технологиями подготовки документов, способен проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.	Знает технологиями подготовки документов. Умеет проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.
	ИДК ПК2.3 Способен проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в области профессиональной деятельности	Умеет проводить под научным руководством исследования на основе существующих методов в области профессиональной деятельности.
ПК-3 Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, теоретические основы информатики	ИДК ПК3.1 Способен понимать современный математический аппарат и теоретические основы информатики	Знает методы построения математических моделей для решения различных социально-экономических задач. Умеет анализировать социально-экономические процессы с целью выбора методов построения адекватной математической модели, их описывающих. Владеет основными методами построения математических моделей на разных уровнях (концептуальном, структурном, формальном) для решения различных социально-экономических задач.
	ИДК ПК3.2 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат	Знает основные группы математических моделей (непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, непрерывно-вероятностные и дискретно-вероятностные модели) и возможные области их применения. Умеет строить концептуальные, структурные, формальные математические модели. Владеет основными методами формализации, применяемыми в математическом моделировании.
	ИДК ПК3.3 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности теоретические основы информатики	Знает программные средства и языки программирования, позволяющие проводить математическое моделирование для решения поставленных задач. Умеет строить математические модели с использованием различных программных комплексов и языков программирования.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, практическая подготовка 72.

Форма промежуточной аттестации: 6 семестр - зачет.

4.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + контроль	
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Контроль обучения		
1	Основы математического моделирования	6	4	4		12	Тест
	Тема 1. Введение в математическое моделирование		1	1		3	
	Тема 2. Функции и графики в математическом моделировании		1	1		3	
	Тема 3. Примеры построения математических моделей		2	2		6	
2	Основные группы математических моделей	6	12	12		28	Тест
	Тема 1. Непрерывные детерминированные модели		1	1		4	
	Тема 2. Дискретные детерминированные модели		3	3		6	
	Тема 3. Непрерывные вероятностные модели		3	3		6	
	Тема 4. Дискретные вероятностные модели		3	3		6	
	Тема 5. Теория игр		2	2		6	
Итого часов			16	16		40	

4.2. ПЛАН ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное сред- ство	Учебно-методи- ческое обеспе- чение самостоя- тельной работы	
		Вид самостоя- тельной работы	Сроки вы- полнения	Затраты времени (час.)			
	Введение в математическое моделирование	Изучение литера- туры по материа- лам лекции, вы- полнение задания для самостоятель- ной работы	В первой половине семестра	3	Самостоятельная работа, тест	В соответствии со списком литера- туры	
	Функции и графики в математическом моделировании			3			
	Примеры построения математических моделей			6			
	Непрерывные детерминированные модели	Изучение литера- туры по материа- лам лекции, вы- полнение задания для самостоятель- ной работы, раз- бор статьи по од- ной из тем раздела	В течение семестра	4	Самостоятельная работа, тест, до- клад		
	Дискретные детерминированные модели			6			
	Непрерывные вероятностные модели			6			
	Дискретные вероятностные модели			6			
	Теория игр			6			
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				40			
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистан- ционных образовательных технологий (час)				20			

4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основы математического моделирования.

Тема 1. Введение в математическое моделирование: Моделирование, особенности математических моделей, процесс построения модели, виды математических моделей.

Тема 2. Функции и графики в математическом моделировании: Понятие функциональной зависимости, способы задания и исследования функций, построение и анализ графиков функций, различные способы получения функций-моделей, графики в математическом моделировании.

Тема 3. Примеры построения математических моделей: количество информации, производственная функция, кодирование изображений.

2. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.

Тема 1. Непрерывные детерминированные модели: используемый математический аппарат, различные задачи, для описания которых используются метод дифференциального исчисления, скорость изменения функции, приближенные вычисления, описание движения маятника с помощью уравнения Лагранжа.

Тема 2. Дискретные детерминированные модели: Используемый математический аппарат. Конечные автоматы и их применение при моделировании в социальных и экономических процессах. Клеточные автоматы и их применение в моделировании экологических процессов. Нейронные сети и их применение в моделировании.

Тема 3. Непрерывные вероятностные модели: используемый математический аппарат, системы массового обслуживания (СМО) и сферы применения данного вида моделей, классификация СМО, основные факторы СМО, случайный поток, дисциплина ожидания, механизм обслуживания, параметры функционирования СМО, многоканальные СМО без очереди, с конечной и бесконечной очередью, имитационное моделирование.

Тема 4. Дискретные вероятностные модели: метод статистического моделирования, генераторы псевдослучайных чисел, моделирование случайных событий и процессов, примеры использования метода статистических испытаний, марковские цепи, модель обучения вероятностного автомата, вероятностные клеточные автоматы.

Тема 5. Теория игр: основные определения, игровые модели в экономике, формализация игры, матрица игры, выбор оптимальной стратегии, седловатая точка, платежная матрица, смешанные стратегии, геометрический метод.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	1.1	Введение в математическое моделирование	1	1	Самостоятельная работа, тест	ПК-2 (ИДК ПК2.1, ИДК ПК2.2, ИДК ПК2.3)
2	1.2	Функции и графики в математическом моделировании	1	1		
3	1.3	Примеры построения математических моделей	2	2		
4	2.1	Непрерывные детерминированные модели	1	1	Самостоятельная работа, тест, доклад	ПК-2 (ИДК ПК2.1, ИДК ПК2.2, ИДК ПК2.3), ПК-3 (ИДК ПК3.1, ИДК ПК3.2, ИДК ПК3.3)
5	2.2	Дискретные детерминированные модели	3	3		
6	2.3	Непрерывные вероятностные модели	3	3		
7	2.4	Дискретные вероятностные модели	3	3		
8	2.5	Теория игр	2	2		
		Всего	16	16		

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СР)

Указывается перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение или указывается «Не предусмотрено».

4.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Методические указания по организации самостоятельной работы расположены в ИОС Domis на странице курса.

4.5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)

Указывается примерная тематика курсовых работ или «Не предусмотрено».

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

1. Юдович, В. И. Математические модели естественных наук : учебное пособие / В. И. Юдович. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1118-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210581> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гармаш, Александр Николаевич. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИКЛАДНЫЕ МОДЕЛИ [Электронный ресурс] : учебник / Гармаш А.Н., Орлова И.В., Федосеев В.В. - 4-е изд., пер. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 328 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/E84ED10F-2442-49D6-86D0-69C9EF72BEB8>. - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-3874-6
3. Семькина, Н. А. Математические модели в информационной безопасности : учебно-методическое пособие / Н. А. Семькина. — Тверь : ТвГУ, 2020. — 126 с. — ISBN 978-5-7609-1573-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217946>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Глухов, В. В. Математические модели менеджмента : учебное пособие / В. В. Глухов, М. Д. Медников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-2654-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169026>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) периодические издания: подбираются студентами самостоятельно в соответствии с выбранной темой.

в) список авторских методических разработок:

задания для самостоятельного выполнения, размещенные в ИОС Domic на странице курса.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://urait.ru/> — Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»
2. <https://e.lanbook.com/> — Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
3. ИОС ИГУ Domic: domic.isu.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория с презентационным оборудованием, для проведения практических занятий необходима аудитория на 25-30 рабочих мест (в зависимости от численности учебной группы), оборудованная доской, презентационной техникой.

6.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

MS Excel, пакеты компьютерной математики, ПК с возможностью использования Colab.

6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА:

ИОС DOMIC, презентационное оборудование, персональный компьютер с возможностью демонстрации презентаций в формате pdf.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данного курса используются следующие образовательные технологии: технологии традиционного обучения, технологии проблемного обучения, технологии обучения в сотрудничестве, технологии контекстного обучения, интерактивные технологии, технологии дистанционного обучения.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Входной контроль не проводится.

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

На странице курса в ИОС Domic.

Текущий контроль проводится в виде проверки домашних заданий.

Пример 1 задания для самостоятельного выполнения:

Нахождение коэффициентов производственной функции

Для нахождения коэффициентов ПФКД очень часто используют метод наименьших квадратов, а для реализации и оценки последнего - регрессионный анализ.

Выполните пример, приведенный в описании самостоятельно.

Задание для самостоятельного выполнения.

1. Постройте ПФКД по экономическим показателям обрабатывающей промышленности США за 1985-2005 гг:

2005	337.49	128.33	4663.3
2004	332.87	113.79	4238.9
2003	330.48	112.18	3957.6
2002	336.54	123.07	3849.7
2001	342.27	142.98	3896.4
2000	363.38	154.48	4144.5
1999	355.79	150.33	3978
1998	348.95	152.71	3846.1
1997	338.27	151.51	3779.7
1996	324.5	146.47	3563.9
1995	317.77	134.32	3452.1
1994	304.66	118.66	3209.9
1993	290.29	108.63	2991.7
1992	281.54	110.64	2870.6
1991	270.6	103.15	2748.5
1990	275.21	106.46	2792.7
1989	273.12	101.89	2734.2
1988	265.15	84.71	2592.4
1987	251.45	85.66	2379.8
1986	236.6	80.8	2364.9
1985	235.79	91.24	2377

!!! Прежде чем приступить к использованию регрессионного анализа необходимо прологарифмировать ПФКД общего вида для приведения ее к линейному виду!!!

2. Удалите из данных пару записей, повторите анализ и нахождение коэффициентов. Проверьте, на сколько точно вычисляет найденная функция ВВП в удаленных записях

(найдите погрешность). Найдите погрешность в тех же данных, вычисленных без удаления строк. Сравните результаты.

Пример 2 задания для самостоятельного выполнения:

Нотариальная контора предоставляет все виды нотариальных услуг. Поток посетителей имеет интенсивность 11 заявок в час. В среднем один помощник затрачивает на одну заявку 40 минут. Каждая заявка приносит в среднем доход 4000 руб. Найти оптимальное число помощников нотариуса, если заработная плата их составляет 45000 руб. в месяц. Поскольку нотариальная контора – коммерческое предприятие, то в качестве индикатора необходимо взять доходность конторы.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Формой промежуточной аттестации является экзамен.

Зачет ставится из учета набранных студентом баллов (указывается максимальное количество баллов, которые студент может набрать по каждому пункту):

Вид работы	Максимальное количество баллов
Посещение лекций, практических занятий, наличие конспектов	10
Введение в математическое моделирование.	5
Функции и графики в математическом моделировании	5
Примеры построения математических моделей.	5
Итого по разделу 1	15
Непрерывные детерминированные модели.	5
Дискретные детерминированные модели.	10
Непрерывные вероятностные модели.	10
Дискретные вероятностные модели.	10
Теория игр.	10
Итого по разделу 2	45
Разбор статьи, доклад	30

Для получения оценки «зачтено» студент должен набрать 60% баллов по каждому модулю, а именно:

Наименование модуля	Максимально возможное количество баллов	Количество баллов, необходимое для зачета по модулю
Основы математического моделирования	15	9
Основные группы математических моделей	45	27
Посещение + конспекты + + разбор статьи + доклад по статье	40	24

Если по какому-либо модулю студент набрал менее указанного в таблице количество баллов, ему выставляется оценка «не зачтено»

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

Вопросы для подготовки к тестам.

1. Математические модели и их классификация.
2. Процесс построения математической модели.
3. Построение модели зависимости выпуска от факторов производства.

4. Выбор функциональной зависимости при построении формальной модели. Использование графического метода.
5. Множественная линейная регрессия.
6. Непрерывно детерминированные модели. используемый математический аппарат.
7. Описание движения маятника с помощью уравнения Лагранжа.
8. Значение первой и второй производной при моделировании. Привести три примера из разных областей.
9. Конечные автоматы. Способы задания.
10. Синтез конечных автоматов.
11. Минимизация конечных автоматов.
12. Пример использования конечных автоматов при моделировании социальных процессов.
13. Клеточные автоматы.
14. Применение клеточных автоматов в моделировании экологических процессов.
15. Нейронные сети.
16. Системы массового обслуживания. Основные факторы. классификация.
17. Системы массового обслуживания. Параметры функционирования.
18. Многоканальные системы массового обслуживания без очереди и с конечной очередью.
19. Основные принципы имитационного моделирования.
20. Дискретные вероятностные модели. используемый математический аппарат.
21. Генераторы псевдослучайных чисел.
22. Марковские цепи.
23. Метод статистических испытаний.
24. Модель обучения вероятностного автомата.
25. Игровые модели в экономике.
26. Теория игр. Матрица игры. Платежная матрица.
27. Смешанные стратегии в теории игр.
28. Выбор оптимальной стратегии в теории игр. Седловатая точка.

Разработчики:

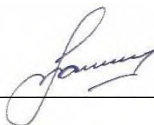


(подпись)

доцент кафедры АиИС ИМИТ ИГУ Семичева Н.Л.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 808, зарегистрированный в Минюсте России «14» сентября 2017 г. № 48185 с изменениями и дополнениями с изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Алгебраических и информационных систем ИМИТ ИГУ «29» апреля 2021 г.

Протокол № 11 Зав. кафедрой  Пантелеев В.И.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.