

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ЮТИ ТПУ
_____ В.Л. Бибик
« ___ » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
на 2016/17 учебный год

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление ООП: **09.04.03 Прикладная информатика**
Профиль подготовки: **Прикладная информатика в аналитической экономике**
Квалификация (степень) **магистр**
Базовый учебный план приема 2016 г.
Курс 1 семестр 1
Количество кредитов: 6
Код дисциплины: М1.БМ2.2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	152
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации: Экзамен в 1 семестре, курсовая работа, дифференцированный зачёт в 1 семестре

Обеспечивающее подразделение: кафедра Информационных систем

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент Захарова А.А.

Руководитель ООП _____ к.т.н., доцент Захарова А.А.

Преподаватель _____ д.ф.-м.н., профессор Стариков В.И.

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Математическое моделирование» является изучение магистрантами оптимизационных моделей, математических моделей оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, практических примеров применения на макро- и микро- уровне и принятия управленческих решений.

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы «Прикладная информатика».

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, модуль общенаучных дисциплин. Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении данной дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений», «Системный анализ, управление и обработка информации в аналитической экономике», «Информационно-аналитические исследования в экономике».

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у магистрантов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1 (ОК-1, 2, 3 ОПК-3, ПК-5, 11)	3.1.6 3.1.7	основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный	У.1.6 У.1.7	применять динамические математические модели для оценки экономического роста предприятия; проводить математические расчеты с помощью пакета Excel	В.1.6 В.1.7	методикой решения дифференциальных уравнений специального класса; навыками работы с табличным редактором Excel при проведении математической

		анализ; классификацию систем и моделей систем, системный анализ в управлении и экономике				обработки данных
P11 (ОК-3, ОПК-2)	3.11.1	знать методики постановки, организации и выполнения научных исследований; методов планирования и организации научных экспериментов	У.11.1	планировать и организовывать научные эксперименты, обрабатывать эксперимен- тальные данные	В.11. 1	методами обработки эксперимен- тальных данных

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование» магистрантом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	моделировать экономические ситуации и принимать обоснованные решения в области аналитической экономики
РД2	анализировать и интерпретировать тенденции в развитии современных экономико-математических моделей

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Математические модели управления проектами

Лекция 1 (2 часа). Исследование операций. Модели сетевого планирования и систем массового обслуживания.

Практическая работа 1 (2 часа). Построение и анализ планов. Методы оптимизации планов и отыскания критических путей.

Практическая работа 2 (2 часа). Модели производственных поставок. Предельные характеристики систем массового обслуживания.

Лабораторная работа 1 (2 часа). Анализ и оптимизация сетевого графика. Составление таблицы с указанием четырех значений времени для работ и их резервов.

Лабораторная работа 2 (2 часа). Определение уровней запасов и издержек на складе. Разработка модели производственных поставок.

Лабораторная работа 3 (2 часа). Моделирование систем массового обслуживания. Расчет предельных характеристик функционирования одноканальной СМО с отказами.

Раздел 2. Модели теории оптимального управления

Лекция 2 (2 часа). Введение в теорию линейного программирования. Графическое и компьютерное отыскание оптимального решения задач линейного программирования.

Практическая работа 3-4 (4 часа). Графический метод решения задач линейного программирования. Опорное решение задач линейного программирования.

Практическая работа 5-6 (4 часа). Решение задач линейного программирования с использованием Microsoft Excel. Одно и двух-индексные задачи линейного программирования.

Лабораторная работа 4 (2 часа). Моделирование систем массового обслуживания. Расчет предельных характеристик функционирования многоканальной СМО с отказами.

Лабораторная работа 5 (2 часа). Графическое решение задач линейного программирования.

Лабораторная работа 6 (2 часа). Решение задач линейного программирования с использованием Microsoft Excel.

Раздел 3. Моделирование макроэкономических процессов и систем

Лекция 3 (2 часа). Глобальные модели производства.

Практическая работа 7-8 (4 часа). Математические методы анализа и расчета межотраслевых балансов. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат.

Практическая работа 9-10 (4 часа). Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей.

Лабораторная работа 7 (2 часа). Одно- индексные задачи линейного программирования. Стандартная задача организации производства с ограничениями.

Лабораторная работа 8 (2 часа). Двух- индексные задачи линейного программирования. Стандартная транспортная задача.

Лабораторная работа 9 (2 часа). Составление схемы межотраслевого баланса с известной матрицей прямых материальных затрат и вектора конечной продукции.

Раздел 4. Моделирование микроэкономических процессов и систем

Лекция 4 (1 час). Линейные рыночные модели. Теория фирмы.

Практическая работа 11-12 (4 часа). Потребитель (производитель) и его поведение на рынке. Условие равновесия потребителя на рынке. Производственное множество и производственные функции. Теория фирмы.

Практическая работа 13-14 (4 часа). Линейные модели амортизации, издержек. Линейные модели спроса и предложения.

Лабораторная работа 10 (2 часа). Максимизация прибыли при данных законах спроса и предложения.

Лабораторная работа 11-12 (4 часа). Анализ и сглаживание временных рядов. Выделение трендов.

Раздел 5. Модели хаотической динамики

Лекция 5 (1 час). Модели анализа динамики экономических процессов.

Практическая работа 15-16 (4 часа). Устранение аномальных уровней ряда методом Ирвина. Методы сглаживания временных рядов и выделение трендов. Оценка адекватности и точности трендовых моделей. Точечный и интервальный прогноз на основе трендовых моделей.

Лабораторная работа 13-14 (3 часа). Расчет показателей динамики развития экономических процессов.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Математическое моделирование» применяются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр. *, Мк**	СРС	К. пр.***
ИТ-методы					х	
Работа в команде		х	х		х	
Case-study						
Игра						
Методы проблемного обучения		х	х		х	
Обучение на основе опыта		х	х		х	
Опережающая самостоятельная работа	х	х	х	х	х	
Проектный метод						
Поисковый метод	х				х	
Исследовательский метод			х		х	х
Другие методы						

* – Тренинг, ** – мастер-класс, *** – командный проект

1. ИТ-методы – в ходе проведения различных типов занятий осуществляется демонстрация практического использования полученных знаний на примерах программных продуктов, схем и графиков.

2. Работа в команде – учащиеся объединяются в небольшие группы разработчиков и занимаются математическим моделированием выбранной предметной области совместно.

3. Case-study – преподаватель рассказывает о практических Case-примерах и проводит аналогии с теоретическими знаниями.

4. Игра – на практических занятиях проводятся игры, посвященные вопросам математического моделирования – учащиеся проводят мозговые штурмы, защищают свои решения перед аудиторией.

5. Методы проблемного обучения – перед аудиторией ставится практическая проблема, которая затем решается с помощью знаний и практик, получаемых в ходе занятий и самостоятельной работы.

6. Обучение на основе опыта – преподаватель приводит практические примеры из своего личного опыта по применению

математического моделирования для предприятий города и области. Также проводятся связи между личным опытом учащихся и теми знаниями, которые они получают на дисциплине.

7. Опережающая самостоятельная работа – учащимся предварительно даются темы для самостоятельного изучения, в будущем эти темы будут пересекаться с теми темами, которые будут изучаться на аудиторных занятиях.

8. Исследовательский метод – учащимся требуется для решения задач в своих проектах проводить необходимые исследования в рамках данной дисциплины. Выводы и анализ данных проведенных исследований ложится в основу реферата по дисциплине и научной статьи.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний магистранта, развитие практических умений и включает:

- работу магистрантов с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям,
- изучении инструкций к программным системам и подготовке к выполнению лабораторных работ, заданий курсовой работы,
- подготовке к экзамену.

ТСР направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в следующем:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов,
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах, конкурсах и олимпиадах.

Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

1. Применение линейной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа в экономических задачах.
2. Сложные и простые системы. Свойства сложных систем.
3. Игровые модели сотрудничества и конкуренции.
4. Модель распределения. Модель обмена, цены. Объединенная модель рынков.
5. Модель распределения богатства в обществе. Распределение общества по возрасту.
6. Сравнительный анализ модельных производственных функций.

7. Современные модели экономического взаимодействия на простейших рынках.
8. Линейные и нелинейные модели на рынке одного товара.
9. Разновидности моделей транспортных перевозок.
10. Разработка модели для распределения производственных мощностей.
11. Оптимальный раскрой материала.
12. Задача о назначениях.
13. Организация оптимальной системы снабжения.
14. Составления межотраслевого баланса для многоотраслевой области.
15. Сравнительный анализ кривых роста для трендовых моделей.
16. Исследование точности прогнозирования экономической динамики на основе трендовых моделей.
17. Современные модели распределения богатства в обществе.

Задание на самостоятельную работу: по выбранной теме подготовить реферат и научную статью.

Рекомендуемая литература для самостоятельного изучения:

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. -М.: Финансы и статистика, 2009.
2. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. – М.: Лань, 2013. – 192 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4862
3. Шевченко Д.В. Математические модели в управлении. Учебно-методическое пособие. Казань, Познание, 2011. – 75 с. <http://www.aup.ru/books/m85>
4. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. – М.: Лань, 2013. – 208 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5848
5. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. – М.: Новое знание, 2013. – 584 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4324

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя: Математическое моделирование // Moodle UTI TPU: <http://moodle.uti.tpu.ru:8080/course/view.php?id=150>

6.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- устным опросом на лекции;
- подготовкой реферата с презентацией.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Реферат	РД2
Выступление с подготовленной презентацией во время	РД1-РД2

проведения конференц-недели	
Защита отчета по практической и лабораторной работе	РД1-РД2
Защита курсовой работы	РД1-РД2
Экзамен	РД1-РД2

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;

Примеры тестов

1. Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования
- 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- 3) копия объекта
- 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Основная функция модели это:

- 1) Получить информацию о моделируемом объекте
- 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 4) Воспроизвести физическую форму объекта

3. Математические модели относятся к классу...

- 1) Изобразительных моделей
- 2) Прагматических моделей
- 3) Познавательных моделей
- 4) Символических моделей

4. Математической моделью объекта называют...

- 1) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы
- 3) Представление свойств объекта только в числовом виде
- 4) Любую формализованную модель

5. Методами математического моделирования являются...

- 1) Аналитический
- 2) Числовой
- 3) Аксиоматический и конструктивный
- 4) Имитационный

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:

- 1) Аналитическая
- 2) Графическая

- 3) Цифровая
- 4) Алгоритмическая

Примерные темы курсовых работ:

1. Метод решения задачи об оптимальном назначении (венгерский метод).
2. Способ решения частично-целочисленных задач методом Гомори.
3. Метод решения задач дробно-линейного программирования.
4. Метод Била решения задач квадратичного программирования.
5. Метод кусочно-линейной аппроксимации решения задач нелинейного выпуклого программирования.
6. Двойственный симплексный метод решения задач линейного программирования.
7. Модифицированный симплексный метод решения задач линейного программирования.
8. Дельта-метод решения транспортной задачи.
9. Метод приближенного решения задач с сепарабельными целевыми функциями нелинейного программирования.
10. Метод Баранкина-Дорфмана решения задач квадратичного программирования.
11. Метод Франка-Вулфа (Вольфа) решения задач квадратичного программирования.
12. Метод проектируемых градиентов Розена решения задач нелинейного программирования (класс градиентных методов).
13. Метод допустимых направлений Зойтендейка решения задач нелинейного программирования (класс градиентных методов).
14. Метод динамического программирования решения экономических задач (общее описание).
15. Задача определения кратчайшего расстояния по заданной сети методом динамического программирования.
16. Метод функциональных уравнений Р. Беллмана.
17. Решение задач замены оборудования методом динамического программирования.
18. Метод стохастической аппроксимации решения задач динамического программирования.
19. Анализ устойчивости двойственных оценок в задачах линейного программирования.
20. Метод аппроксимации Фогеля построения первоначального опорного плана транспортной задачи.
21. Метод дифференциальных рент решения транспортной задачи.
22. Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.
23. Метод декомпозиции Данцига-Вулфа решения задач линейного программирования с блочной структурой.
24. Метод штрафных функций решения задач нелинейного программирования (класс градиентных методов).
25. Метод Эрроу-Гурвица решения задач нелинейного программирования (класс градиентных методов).
26. Метод возможных направлений в задачах оптимизации – метод наискорейшего спуска.
27. Метод возможных направлений в задачах оптимизации – метод циклического покоординатного спуска.
28. Разновидность метода штрафных функций решения задач оптимизации – метод внутренней точки.
29. Разновидность метода штрафных функций решения задач оптимизации – метод внешней точки.
30. Метод ветвей и границ решения задач математического программирования

31. Метод золотого сечения решения задач оптимизации в условиях ограниченной информированности.

32. Метод чисел Фибоначчи решения задач оптимизации в условиях ограниченной информированности.

33. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) решения задач оптимизации.

34. Метод дихотомии решения задач оптимизации в условиях ограниченной информированности.

35. Метод случайного поиска решения оптимизационных задач.

36. Метод парных проб решения оптимизационных задач.

– вопросы, выносимые на экзамен:

1. Классификация решаемых проблем с помощью математического моделирования.
2. Классы методов решения проблем.
3. Каковы элементы процесса моделирования?
4. Классификация экономико-математических моделей.
5. Этапы математического моделирования.
6. Общая постановка математической модели задач оптимизации.
7. Математические модели управления проектами. Постановка задачи и метод решения.
8. Модели сетевого планирования.
9. Глобальные модели производства.
10. Линейные рыночные модели. Теория фирмы.
11. Модели анализа динамики экономических процессов. Классификация задач упорядочения.
12. Классификация задач управления запасами.
13. Одноиндексные задачи линейного программирования. Стандартная задача организации производства с ограничениями.
14. Двухиндексные задачи линейного программирования. Стандартная транспортная задача.
15. Графическое отыскание оптимального решения задач линейного программирования.
16. Компьютерное отыскание оптимального решения задач линейного программирования.
17. Однопродуктовая детерминированная задача управления запасами.
18. Общая детерминированная многопериодная задача управления запасами.
19. Задачи массового обслуживания.
20. Методы сглаживания динамических рядов.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент

- должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце первого семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов);
 - промежуточная аттестация (курсовая работа) производится в конце первого семестра (оценивается в баллах (максимально 100 баллов), на защите курсовой работы студент должен набрать не менее 55 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Маслов А.В., Григорьева А.А. Математическое моделирование в экономике и управлении: - Томск: изд-во ТПУ, 2012. – 269 с.
2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2009.

Дополнительная литература:

1. Фомин Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. – М.: Финансы и статистика, 2010.
2. Sterman, J.D. System Dynamics Models for Project Management. (www.rub.ruc.dk).
3. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. – М.: Лань, 2013. – 192 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4862
4. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. – М.: Лань, 2013. – 208 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5848
5. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. – М.: Новое знание, 2013. – 584 с. http://ezproxy.ha.tpu.ru:2117/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4324

Internet–ресурсы:

1. www.exponenta.ru Сайт математических методов в экономике и управлении
2. www.economy.mari.ru.
3. www.rub.ruc.dk.
4. www.tora-centre.ru.
5. Шевченко Д.В. Математические модели в управлении. Учебно-методическое пособие. Казань, Познание, 2011. – 75 с. <http://www.aup.ru/books/m85>

Используемое программное обеспечение:

1. Microsoft Excel.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс, оборудованный вычислительной сетью Персональные компьютеры Проектор Acer PD 100D Коммутатор D-Link DES-1024D принтер лазерный, сканер	Гл. корп. аудитория №17 16 1 1 1 1
2	Компьютерный класс, оборудованный вычислительной сетью Персональные компьютеры Коммутатор D-Link DES-1024D	1 корп. ауд. 15 12 1
3	Компьютерный класс, оборудованный вычислительной сетью Персональные компьютеры Коммутатор D-Link DES-1024D	1 корп. ауд. 12 14 1

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», профиль «Прикладная информатика в аналитической экономике».

Программа одобрена на заседании кафедры
(протокол № «_187_» от 29 августа 2016 г.).

Автор Стариков В.И.

Рецензент Чернышёва Т.Ю.