

Программа элективного курса
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Автор: Г. М. Генералов

Пояснительная записка

Курс «Математическое моделирование» предназначен для учащихся средних общих и средних специальных образовательных учреждений. Пособие по курсу может быть использовано как при реализации учебного плана технологического, естественно-научного, социально-экономического, гуманитарного, универсального и других профилей на уровне среднего общего образования, так и в рамках внеурочной деятельности. Представленный в пособии материал поможет учителю сэкономить время на подготовку к урокам по разделу образовательной программы «Методы математики» и даст возможность наиболее полно проявить свою профессиональную компетентность.

Цель курса: оказать помощь выпускникам средних школ и колледжей в выборе современных профессий, требующих теоретических знаний и элементарных практических навыков по формированию экономико-математических моделей, их анализу и использованию для принятия управленческих решений.

Задачи курса:

- ознакомить учащихся с сущностью, познавательными возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности;
- дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых для формализации экономико-математических моделей;
- научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования конкретных хозяйственных решений;
- сформировать базу для дальнейшего изучения приложений по экономико-математическому моделированию и выполнения индивидуального проекта по данному направлению.

Общая характеристика курса. Содержание курса «Математическое моделирование» построено таким образом, чтобы привлечь внимание учащихся к практическим навыкам моделирования в социально-экономической сфере деятельности. При этом задача решается без перегруза процесса обучения специальными терминами теоретико-методологических

основ моделей микроэкономики и экономики предприятия и без необходимости в расширении школьного курса математики. Часто для сокращения времени усвоения новое понятие вводится на интуитивном уровне, с помощью примеров. Изучение данного элективного курса позволит учащимся с большим интересом относиться к школьному курсу математики как необходимому фундаменту для формирования практических навыков, дающих большие возможности приобретения современных профессий (совмещённые специальности «математик-аналитик», «математик-программист» и др.). Кроме того, навыки, полученные при обучении математическому моделированию, повысят уровень подготовки учащихся к итоговым аттестациям по математике.

В целом курс имеет прикладную направленность с упором на методический аспект моделирования и интерпретации моделей. При этом понимается, что строгость изложения вопросов построения, применения и проверки адекватности математических методов и моделей в экономике и бизнесе будет возможна лишь при изучении соответствующих дисциплин в высших учебных заведениях.

Занятия лучше начинать с заданий на актуализацию школьного курса математики и затем уже переходить к решению задач по математическому моделированию.

Основные идеи курса:

- внутри- и межпредметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

Учебно-методическое обеспечение курса включает в себя учебное пособие для учащихся и программу элективного курса. Учебное пособие для учащихся обеспечивает содержательную часть курса. Содержание пособия разбито на параграфы, включает дидактический материал (вопросы, упражнения, задачи, домашний эксперимент), практические работы.

Формы контроля за усвоением материала. Текущий контроль может осуществляться в форме отчётов о выполнении практических заданий; итоговый контроль — в форме дифференцированного зачёта или защиты индивидуального проекта.

Содержание курса

Введение. Профессия математика-аналитика: наука и искусство (2/4 ч)

Математическое моделирование в современных профессиях и естествознании. Сфера и границы применения экономико-математического моделирования. Умение составлять математические модели и анализировать их, рассчитывать прогнозы развития социально-экономических про-

цессов с высокой степенью точности — главная профессиональная компетенция в совмещённых профессиях нового поколения.

Определение математической модели. Классификация математических моделей. Этапы экономико-математического моделирования. Понятие экономико-математической модели. Типичные задачи, решаемые при помощи моделирования. Условия применимости, преимущества и недостатки метода моделирования. Общий алгоритм составления модели социально-экономических процессов.

Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса (12/24 ч)

Математическая постановка задачи линейного программирования. Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Общая формулировка задачи линейного программирования. Принцип оптимальности в планировании и управлении. Принципы построения системы ограничений в задаче линейного программирования. Формулирование целевой функции в зависимости от требующих решения управленческих проблем в реальных социально-экономических ситуациях.

Методы решения задач линейного программирования. Общая постановка задачи линейного программирования с двумя и тремя переменными. Графический метод решения задачи линейного программирования. Область допустимых решений. Оптимальный план. Примеры решения графическим методом задач линейного программирования размерности два и три. Решение задач линейного программирования в MS Excel.

Примеры экономических ситуаций, сводящихся к задачам линейного программирования.

Задача составления плана производства. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.

Задача о рации. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.

Транспортная задача. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.

Задача комплексного использования сырья на примере рационального раскрытия материала. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.

Задача загрузки оборудования. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.

Дополнительные задачи. Задания на актуализацию знаний школьного курса математики; задания на составление математической модели реальной ситуации; решение задачи линейного программирования графическим методом, решение задач в MS Excel.

Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования (10/20 ч)

Понятие временного ряда. Примеры построения моделей временного ряда. Условия применения моделей временных рядов. Виды рядов. Характеристики рядов.

Методы анализа временных рядов. Прогнозирование. Метод скользящего среднего. Метод избранных точек. Построение тренда. Анализ временного ряда в MS Excel.

Построение тренда методом наименьших квадратов. Расчёт коэффициентов линейного, параболического и гиперболического трендов. Построение тренда в MS Excel.

Задания для самостоятельного решения:

- 1) задания на актуализацию знаний школьного курса математики;
- 2) задания на составление математической модели реальной ситуации; решение задач в MS Excel.

Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха (11/22 ч)

Применение математического анализа и геометрии к экономике. Предельные величины. Модель спроса и предложения. Модель управления запасами. Графы. Дерево решений. Задача о соединении городов. Кратчайший путь. Критический путь. Элементы теории игр в задачах.

Тематическое планирование

Курс рассчитан на 35/70 ч (1 или 2 ч в неделю). Предлагаемое планирование является примерным: учитель может корректировать содержание уроков и распределение часов на изучение материала в соответствии с уровнем подготовки обучающихся и сферой их интересов.

Тема	Основное содержание	Количество часов	
		35	70
Введение. Профессия математика-аналитика: наука и искусство (2/4 ч)			
Математическое моделирование в современных профессиях и естествознании	Сфера и границы применения экономико-математического моделирования. Умение составлять математические модели и анализировать их, рассчитывать прогнозы развития социально-экономических процессов с высокой степенью	1	2

Тема	Основное содержание	Количество часов	
		35	70
	точности как главная профессиональная компетенция в совмещённых профессиях нового поколения		
Определение математической модели. Классификация математических моделей. Этапы экономико-математического моделирования	Понятие экономико-математической модели. Типичные задачи, решаемые при помощи моделирования. Условия применимости, преимущества и недостатки метода моделирования. Общий алгоритм составления модели социально-экономических процессов	1	2
Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса (12/24 ч)			
Математическая постановка задачи линейного программирования	Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Общая формулировка задачи линейного программирования. Принцип оптимальности в планировании и управлении. Принципы построения системы ограничений в задаче линейного программирования. Формулирование целевой функции в зависимости от требующих решения управленческих проблем в реальных социально-экономических ситуациях	1	2
Методы решения задач линейного программирования	Общая постановка задачи линейного программирования с двумя и тремя переменными. Графический метод решения задачи линейного программирования. Область допустимых решений. Оптимальный план. Примеры решения графическим методом задач линейного программирования размерности два и три. Решение задач линейного программирования в MS Excel	2	4

Тема	Основное содержание	Количество часов	
		35	70
Примеры экономических ситуаций, сводящихся к задачам линейного программирования. Задача составления плана производства	Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров	1	2
Задача о рационе	Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров	1	2
Транспортная задача	Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров	1	2
Задача комплексного использования сырья на примере рационального раскроя материала	Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров	1	2
Задача загрузки оборудования	Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров	1	2
Практикум	Решение задач	3	6
Зачёт		1	2
Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования (10/20 ч)			
Понятие временного ряда	Примеры построения моделей временного ряда. Условия применения моделей временных рядов. Виды рядов. Характеристики рядов	3	6

Тема	Основное содержание	Количество часов	
		35	70
Методы анализа временных рядов	Прогнозирование. Метод скользящего среднего. Метод избранных точек. Построение тренда. Анализ временного ряда в MS Excel	3	6
Построение тренда методом наименьших квадратов	Расчёт коэффициентов линейного, параболического и гиперболического трендов. Построение тренда в MS Excel	3	6
Зачёт		1	2
Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха (11/22 ч)			
Применение математического анализа и геометрии в экономике	Предельные величины. Модель спроса и предложения. Модель управления запасами	4	8
Графы и сети. Элементы теории игр	Графы. Дерево решений. Задача о соединении городов. Кратчайший путь. Критический путь. Элементы теории игр в задачах	4	8
Защита индивидуального проекта		3	6

Планируемые результаты освоения курса

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие **предметные результаты**.

Учащийся научится понимать:

- основные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования;
- роль метода моделирования в процессе познания экономической реальности и подготовки управленческих решений;
- условия и границы применимости моделирования;

- риски, связанные с принятием хозяйственных решений с помощью экономико-математических моделей.

Учащийся получит возможность научиться:

- использовать условия применения математических методов (линейного программирования, нелинейного программирования, динамического программирования) для формализации экономических процессов;
- представлять экономико-математические модели в объёме, достаточном для понимания их экономического смысла;
- формулировать простейшие прикладные экономико-математические модели;
- самостоятельно составлять, решать и интерпретировать простейшие практически значимые экономико-математические модели;
- обосновывать хозяйственные решения на основе результатов моделирования;
- работать в табличном процессоре MS Excel.

Оценка достижения планируемых результатов усвоения курса (пример)

1. Экономико-математическое моделирование: сфера применения.
2. Границы познавательных возможностей экономико-математического моделирования.
3. Значение экономико-математического моделирования для экономической науки и практики.
4. Определение экономико-математического моделирования.
5. Этапы экономико-математического моделирования.
6. Классификация экономико-математических методов.
7. Классификация экономико-математических моделей.
8. Принцип оптимальности в планировании и управлении.
9. Понятие допустимого решения задачи линейного программирования.
10. Оптимальное решение задачи линейного программирования: математическое определение, экономический смысл.
11. Несовместность системы ограничений задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
12. Неограниченность целевой функции задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
13. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
14. Опорное решение задачи линейного программирования и его отыскание.
15. Формулировка и экономическая интерпретация транспортной задачи на минимум стоимости перевозок.
16. Алгоритм поиска кратчайшего пути на графе.
17. Алгоритм поиска минимального срока выполнения последовательности работ.

Средства обучения и воспитания

Оборудование

Компьютерный класс с видеоаппаратурой и проектором для демонстрации учебных программ, с комплектом лицензионного программного обеспечения и выходом в Интернет.

Табличный процессор MS Excel.

Список литературы

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич. — М.: Лань, 2011.
2. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития / Н. Н. Моисеев. — М.: Наука, 1987г.
3. Бахвалов Н. С. Численные методы: учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — М.: Бином, 2003.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. — М.: КноРус, 2014.
5. Власов М. П. Моделирование экономических процессов: учебник / М. П. Власов. — Ростов н/Д: Феникс, 2005.
6. Оуэн Г. Теория игр / Г. Оуэн. — М.: ЛКИ, 2010.
7. Далингер В. А. Методика обучения геометрии посредством решения задач: учебное пособие для бакалавриата / В. А. Далингер. — М.: Юрайт, 2018.
8. Дубина И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебник и практикум / И. Н. Дубина. — М.: Юрайт, 2016.
9. Думная Н. Экономика: учебное пособие / Н. Думная. — М.: КноРус, 2016.
10. Замков О. О. Математические методы в экономике / О. О. Замков, А. В. Толстомятов, Ю. А. Черемных. — М.: Дело и Сервис, 2001.
11. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. — М.: Айрис-Пресс, 2002.
12. Астафьева В. В. Компьютерное моделирование в России / В. В. Астафьева // Молодой учёный. — 2016. — № 21. — С. 747—750.
13. Канторович Л. В. Математико-экономические работы / Л. В. Канторович. — Новосибирск: Наука, 2011.
14. Количественные методы разработки и принятия решений в менеджменте. Компьютерное моделирование в Microsoft Excel. Практикум: учебное пособие. — М.: Ленанд, 2018.
15. Королёв А. В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королёв. — М.: Юрайт, 2018.

16. *Красс М. С.* Математика в экономике: Математические методы и модели: учебник для бакалавров / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов; под ред. М. С. Красса. — М.: Юрайт, 2013.
17. *Лихтенштейн В. Е.* Экономико-математическое моделирование. Менеджерам. Экономистам. Маркетологам. Исследователям. Аналитикам: учебное пособие / В. Е. Лихтенштейн. — М.: Приор, 2011.
18. *Моисеев Н. Н.* Люди и кибернетика / Н. Н. Моисеев. — М.: Молодая гвардия, 1984.
19. *Моисеев Н. Н.* Математика ставит эксперимент / Н. Н. Моисеев. — М.: Наука, 1979.
20. Математика в экономике: учебник: в 3 ч. / А. С. Солодовников, В. А. Бабайцев, А. В. Браилов. — М.: Финансы и статистика, 2008.
21. Математическая составляющая / ред.-сост. Н. Н. Андреев, С. П. Коновалов, Н. М. Панюнин. — М.: Фонд «Математические этюды», 2015.
22. Методы оптимальных решений (экономико-математические методы и модели): учебное пособие / под ред. С. Макарова. — М.: КноРус, 2019.
23. Моделирование систем и процессов: учебник / под ред. Н. В. Волковой, В. Н. Козлова. — М.: Юрайт, 2015.
24. Моделирование экономических процессов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / под ред. М. В. Грачёвой, Л. Н. Фадеевой, Ю. Н. Черемных. — М.: Юнити-Дана, 2005.
25. *Надеждин Е. Н.* Математические методы и модели в экономике: учебное пособие для студентов экономических специальностей / Е. Н. Надеждин, Е. Е. Смирнова, В. С. Варзаков. — Тула: Институт экономики и управления, 2011.
26. *Новиков А. И.* Экономико-математические методы и модели / А. И. Новиков. — М.: «Дашков и К», 2017.
27. *Орлова И. В.* Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач в Excel / И. В. Орлова, М. Г. Бич. — М.: Вузовский учебник, 2018.
28. *Павлидис В. Д.* Практикум по экономико-математическим методам / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова. — М.: Омега-Л, 2014.
29. *Попов А. М.* Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата / А. М. Попов, В. Н. Сотников. — М.: Юрайт, 2017.
30. *Самарский А. А.* Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский. — М.: Физматлит, 2005.

31. *Светлов Н. М.* Альбом наглядных пособий по экономико-математическому моделированию: учебное пособие для студентов бакалавриата по направлению «Менеджмент» / Н. М. Светлов. — М.: РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008.
32. *Трусов П. В.* Введение в математическое моделирование: учебное пособие / П. В. Трусов. — М.: Логос, 2016.
33. *Федосеев В.* Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: учебное пособие / В. Федосеев. — М.: Инфра-М, 2015.
34. *Хижняк А. Н.* Основы эффективного менеджмента: учебное пособие / А. Н. Хижняк, И. Е. Светлов. — М.: Инфра-М, 2015.
35. *Шикин Е. В.* Математические методы и модели в управлении: учебное пособие для вузов / Е. В. Шикин, А. Г. Чхартисвили. — М.: КДУ, 2013.
36. Экономико-математические методы в примерах и задачах: учебное пособие / под ред. А. Гармаш. — М.: Вузовский учебник, 2014.
37. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учебное пособие / авт.-сост. И. В. Орлова, В. А. Половников. — М.: Вузовский учебник, 2018.

Интернет-ресурсы

1. <http://asmlocator.ru/viewtopic.php?p=338815>
2. <http://www.booksshare.net/index.php?id1=4&category=biol&author=moiseev-nn&book=1987>
3. <http://bookre.org/reader?file=445072>
4. <http://bookre.org/reader?file=445892&pg=3>
5. <http://bookre.org/reader?file=770054&pg=1>
6. <https://moluch.ru/archive/125/34919>
7. <http://math.nsc.ru/LBRT/g2/english/ssk/selecta.pdf>
8. <http://bookre.org/reader?file=758254>
9. <http://bookre.org/reader?file=578306>
10. <http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf>