

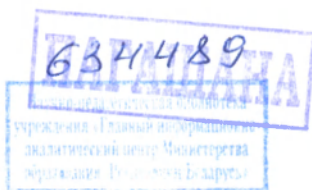
634489

Н.Н. Буснюк, А.А. Черняк

0041

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для учащихся учреждений
образования, реализующих образовательные программы
среднего специального образования по специальности
«Программное обеспечение информационных технологий»



Минск «Беларусь» 2014



УДК 519.87(075.32)

ББК 22.18я723

Б92

Рецензенты: цикловая комиссия автоматизации информационных технологий Технологического колледжа УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (*А. В. Кричевич*), *П. А. Мандрик*, декан факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

*Выпуск издания осуществлен при финансовой поддержке
Министерства образования Республики Беларусь*

ISBN 978-985-01-1069-5

© Буснюк Н. Н., Черняк А. А., 2014

© Издательство «Беларусь», 2014

Предисловие

В связи с внедрением компьютерных технологий в образовательный процесс значимость любого теоретического результата определяется его алгоритмической эффективностью, а сами алгоритмы должны представлять собой оптимальную основу для будущих программных реализаций.

Авторы адаптировали ряд ключевых результатов последних десятилетий для учащихся вузов. Например, качество алгоритмов оценивается с точки зрения не только их конечности, но и их временной сложности. Без этого понятия невозможно понимание проблем, с которыми сталкиваются разработчики алгоритмов по мере увеличения размерности и усложнения структуры задач моделирования. Преодолено разделение общей задачи линейного программирования на вырожденный и невырожденный случаи; приведена простая реализация симплекс-метода для исключения «зацикливания», параллельно решающая проблему нахождения начального базисного плана. Дана обобщенная сетевая модель, включающая в качестве частных случаев различные оптимизационные задачи, связанные с потоковыми алгоритмами. Транспортные задачи и задачи динамического программирования решаются с помощью графовых моделей, обеспечивающих наглядность в обосновании сопутствующих алгоритмов.

В предлагаемом учебном пособии рассматриваются основы моделирования, оптимизационные модели, имитационное моделирование. При этом авторы исходили из необходимости учета различия в уровне исходной математической подготовки; интенсивности развития и внедрения систем компьютерной математики. Для освоения основных алгоритмических методов, вытекающих из теоретических положений, приведены обучающие демонстрационные задачи.

В каждой главе нумерация формул, рисунков, теорем и задач двойная: первое число нумерации соответствует номеру главы, второе число — порядковому номеру формулы, рисунка, теоремы или задачи соответственно.

Авторы

Введение

Математическое моделирование — это перевод на формальный язык математики интересующих нас объектов реального мира (*этап создания модели*), последующее изучение и развитие этого формального языка (*этап создания математической теории и методов*), с помощью которого мы опять «возвращаемся» в реальный мир, но уже с более осознанным багажом знаний и представлений о нем (*этап применения теории к практике*). При этом объектами реального мира могут быть природные явления, общественные процессы, инженерные конструкции, живые организмы, экономические системы и т. д.

Математическая модель в большинстве случаев оказывается намного более экономной и эффективной, чем другие конкурирующие виды моделей (например, физические). Однако здесь возникает проблема адекватности — соответствия модели реальному объекту. Неадекватная модель может привести к ложным выводам и неверному представлению о реальном мире. История науки знает много таких примеров. Поэтому математическое моделирование — это еще и процесс установления соответствия моделируемому объекту математической конструкции. Основным методологическим инструментом здесь служит компьютерный эксперимент.

Осуществление этапов математического моделирования требует определенных знаний, навыков и практической подготовки. Так, для этапа построения предметной модели нужны инженерно-физические знания и навыки, этап построения математической модели требует наличия серьезной математической подготовки, этап применения математики к анализу моделируемого объекта базируется на компьютерной подготовке и навыках программирования. Подготовка координаторов усилий всех этих «отраслевых» этапов — одна из основных задач современного образовательного процесса.

Таким образом, дисциплина «математическое моделирование» находится на стыке математики и информатики. В то же время для построения математической модели необходимо владение основами других специальных дисциплин, изучающих соответствующие объекты моделирования (физики, механики, экономической теории и т. д.).

В развитии математического моделирования можно выделить три периода. П е р в ы й период связан с возникновением самой математики как науки. Язык математики применялся для описания естественных процессов, происходящих в природе. Схема, по которой составлялось такое описание, получила название *алгоритм*. В этот период были разработаны основные методы теории математических вычислений, значительная часть из которых носит имена виднейших ученых.

Новые, более широкие перспективы для развития этой методологии возникли в связи с появлением ЭВМ. В т о р о й период развития математического моделирования характеризуется созданием макетов сложных технических устройств, имитацией общественных процессов и природных явлений. Результаты исследований затем применялись на практике. Этот успех во многом определил дальнейшие достижения математического моделирования, ставшего базой каждого крупномасштабного технического, экономического и социального проектов.

В наше время повсеместной информатизации общества математическое моделирование находится в т р е т ь е м периоде своего развития. Постоянное совершенствование технологии математического моделирования и ее внедрение в информационно-моделирующие системы — необходимый инструмент при решении проблем современности. Сейчас трудно указать область человеческой деятельности, где не применялось бы моделирование. Разработаны, например, модели производства самолетов, выращивания пшеницы, работы отдельных органов человека, последствий термоядерной войны. Моделирование наиболее широко используется в сферах проектирования и управления, где особенно важными являются процессы принятия эффективных решений на основе получаемой информации.

Большую роль этот метод играет в современной экономической науке. Изучение и прогнозирование какого-либо экономического явления методом математического моделирования позволяют проектировать новые технические средства, прогнозировать воздействие на данное явление тех или иных факторов, планировать эти явления даже при существовании нестабильной экономической ситуации.

Оглавление

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	6
1.1. Принципы моделирования	6
1.2. Этапы компьютерного моделирования	12
1.3. Вычислительный эксперимент	15
1.4. Классификация моделей	22
1.5. Математическая модель	27
Глава 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ	40
2.1. Многогранники и полиэдры	40
2.2. Оптимальные планы задачи линейного программирования	49
2.3. Симплекс-метод	65
2.4. Двойственность в линейном программировании	79
2.5. Полиномиальная разрешимость задачи линейного программирования	90
2.6. Графы и оптимизация	95
2.7. Потоки в сетях	109
2.8. Задача о максимальной величине потока	117
2.9. Модели сетевого планирования и управления	127
2.10. Транспортная задача	132

2.11. Динамическое программирование	146
2.12. Дискретное программирование	154
Глава 3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	170
3.1. Общие сведения об имитационном моделировании	170
3.2. Метод Монте-Карло	182
3.3. Матричные игры	189
Ответы и решения к задачам для закрепления теоретического материала	199
Литература	210

Буснюк, Н. Н.

Б92 Математическое моделирование: учеб. пособие / Н. Н. Буснюк, А. А. Черняк. — Минск : Беларусь, 2014. — 214 с. : ил.

ISBN 978-985-01-1069-5.

Рассматриваются основы моделирования, оптимизационные модели, имитационное моделирование. Проводится простая реализация симплекс-метода для исключения «зацикливания», параллельно решающая проблему нахождения начального базисного плана.

Дается обобщенная сетевая модель, включающая в качестве частных случаев различные оптимизационные задачи, связанные с потоковыми алгоритмами.

Транспортные задачи и задачи динамического программирования решаются с помощью графовых моделей, обеспечивающих наглядность в обосновании сопутствующих алгоритмов.

Для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования по специальности «Программное обеспечение информационных технологий».

УДК 519.87(075.32)

ББК 22.18я723