

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информатики

Сущенко С.П.

" 29 " декабря 2011 г.

Рабочая программа дисциплины

**Системы поддержки принятия решений:
математические модели и методы**

Направление подготовки

*010300 – фундаментальная информатика
и информационные технологии*

Магистерская программа

Управление проектами по разработке программного обеспечения

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Томск - 2011

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является изучение основных математических моделей и методов, применяемых в системах поддержки принятия решений (СППР).

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Данная дисциплина входит в раздел «М.2. Профессиональный цикл. Вариативная часть». Трудоемкость – 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Входные знания и умения формируются во время изучения дисциплин-предшественников:

- основы системного анализа;
- теория вероятностей и математическая статистика;
- методы оптимизации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Курс «Системы поддержки принятия решений: математические модели и методы» способствует выработке у студента следующих компетенций:

- способность профессионально решать задачи производственной и технологической деятельности с учетом современных достижений науки и техники, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования; разработку математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых исследований; создание информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных; разработку тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям; разработку эргономичных человеко-машинных интерфейсов (в соответствии с профилизацией) (ПК-2);

- способность демонстрировать знания фундаментальных и смежных прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы, знания общеметодологического характера, знания истории развития информатики и информационных технологий (ПК-4);

- способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математике, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий, а также знания, которые находятся на передовом рубеже данной науки (ПК-5);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: виды информационной и инструментальной поддержки лица, принимающего решения (ЛПР); классификацию задач и условий принятия решений; методы оценки субъективных предпочтений; основные математические модели принятия решений при многих критериях, при риске, при незнании, при противодействии.

Уметь: формулировать требования ЛПР к системе поддержки принятия решений; формализовать процесс обоснования и принятия решений; выбирать инструментарий для каждого этапа принятия решения.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из них: лекции – 32 часа, самостоятельная работа – 76 часов.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоя- тельную работу студен- тов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего кон- троля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семест- рам</i>)
				Лек	Сем	Лаб	СРС	
1	Тема 1. Проблема принятия решений Тема 2. Измерение субъективных предпочтений Тема 3. Принятие решений при многих критериях	2	1-4	8			20	Самостоятельное задание № 1 и собеседование по результатам его выполнения
2	Принятие решений при риске	2	6-9	8			16	Самостоятельное задание № 2 и собеседование по результатам его выполнения
3	Принятие решений при неопределенности	2	11-14	8			20	Самостоятельное задание № 3 и собеседование по результатам его выполнения
4	Принятие решений при противодействии	2	16-19	8			20	Самостоятельное задание № 4 и собеседование по результатам его выполнения Экзамен

Тема 1. Проблема принятия решений

Методология исследования операций. Этапы процесса принятия решений.
Системы поддержки принятия решений (СППР).

Тема 2. Измерение субъективных предпочтений

Понятие об ординальных (качественных) и кардинальных (количественных) предпочтениях, эмпирическая система. Методологические проблемы субъективных измерений: измеримость, единственность, адекватность. Классификация шкал.

Практические методы измерения субъективных предпочтений: метод множественных сравнений Черчмена — Акофа, метод собственного вектора.

Тема 3. Принятие решений при многих критериях

Постановка задачи и классификация методов.

Абсолютное доминирование и множество Парето. Множество Парето в конечном случае и методы его нахождения. Множество Парето на плоскости.

Лексикографическое упорядочение. Метод последовательных уступок.

Метод ЭЛЕКТРА.

Кривые безразличия и функции ценности. Аддитивные функции ценности для двух критериев, условие соответственных замещений и теорема Льюса-Тьюки. Метод половин-

ного деления по ценности.

Тема 4. Принятие решений в условиях риска

Постановка задачи. Выбор решения при риске как сравнение лотерей. Недостаточность оценивания математическим ожиданием. Петербургский парадокс.

Теория полезности Неймана-Моргенштерна. Аксиомы теории полезности. Аддитивная функция полезности.

Функция полезности денег. Функция полезности при склонности и несклонности к риску. Детерминированный эквивалент лотереи.

Алгоритм построения функции полезности денег.

Практические примеры применения теории полезности. Теория игрового бизнеса. Теория страхования.

Тема 5. Принятие решений при неопределенности

Постановка задачи. Выбор решения при неопределенности как игра с природой.

Принципы (критерии) оптимальности. Максиминный (минимаксный) критерий. Критерий Гурвица (оптимизма-пессимизма). Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления). Критерий Байеса-Лапласа. Критерий Неймана-Пирсона.

Смешанные решения Диверсификация и рандомизация решений.

Графическая интерпретация критериев оптимальности при двух состояниях природы.

Нахождение максиминного (минимаксного) решения при многих состояниях природы.

Статистические решения и статистические решающие функции. Проведение эксперимента. Статистические решающие функции. Обобщенная матрица потерь и нахождение оптимальных решающих функций.

Теория решений и классическая математическая статистика.

Тема 6. Принятие решений при противодействии (элементы теории игр)

Нормальная (матричная) форма игры двух лиц.

Игры со строгим соперничеством. Принципы принятия решений в играх с разумным противником. Принцип осторожности и защитные стратегии. Верхняя и нижняя цены игры.

Уравновешенность и решение игры. Принцип уравновешенности. Теорема об уравновешенных парах чистых стратегий. Понятие решения игры.

Игры с седловой точкой. Критерий существования седловой точки. Эквивалентность седловых точек.

Игры без седловой точки. Смешанные стратегии. Защитные смешанные стратегии и их нахождение графическим методом в играх $m \times 2$ и $2 \times n$.

Решение игр в смешанных стратегиях. Критерий существования уравновешенной пары смешанных стратегий. Сведение решения игры к паре двойственных задач линейного программирования. Теорема о минимаксе как следствие первой теоремы двойственности. Аналитическое решение игр 2×2 .

Игры в позиционной форме. Дерево игры и правила его построения. Информационные множества. Понятие чистой стратегии для игры в позиционной форме.

Решение игр с полной информацией в позиционной форме. Графический метод. Аналитический метод на примере игры в спички.

Игры с нестрогим соперничеством. Некооперативный вариант. Постановка задачи на примере игры «семейный спор». Индивидуальные смешанные стратегии и платежное множество. Защитные стратегии и точка Status quo. Противоречивость некооперативного подхода.

Игры с нестрогим соперничеством. Кооперативный вариант. Совместные смешанные стратегии. Переговорное множество. Арбитражная схема Нэша.

5. Образовательные технологии

Основная образовательная технология — живые лекции с использованием мультимедийных статических и динамических (анимированных) презентаций.

Для закрепления изученного материала используется методика выполнения самостоятельных заданий на предложенные преподавателем темы. Результаты выполнения каждого задания студент пересылает преподавателю через систему управления учебным контентом MOODLE, затем они обсуждаются на групповых семинарах. Дополнительно рекомендуется взаимное рецензирование выполненных заданий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Для обеспечения самостоятельной работы разработан учебно-методический комплекс, включающий:

- комплект лекционных презентаций;
- электронную библиотеку рекомендованной литературы;
- темы самостоятельных заданий;
- вопросы для обсуждения на семинарских занятиях и собеседованиях по результатам выполнения самостоятельных заданий.

Все учебно-методические материалы интегрированы в среду управления учебным контентом MOODLE.

Темы для самостоятельного задания № 1.

1. Построить содержательный пример эмпирической системы и измерить полезности альтернатив методами Черчмена-Акофа и собственного вектора.
2. Построить содержательный пример задачи многокритериального выбора и найти решение по методу ЭЛЕКТРА.
3. Построить содержательный пример задачи выбора с двумя критериями и найти решение методом половинного деления по ценности.

Вопросы для текущего контроля.

1. Математические методы принятия решений как раздел исследования операций.
2. История развития математических методов исследования операций.
3. Связь исследования операций с другими научными дисциплинами: математикой, экономикой, психологией, системным анализом.
4. Системный подход — методологическая основа исследования операций.
5. Проблемы и противоречия психологических измерений. Примеры неадекватной обработки результатов в различных шкалах.
6. Практическая сложность задач многокритериального выбора.
7. Концепция абсолютного доминирования.
8. Критический анализ конкретных методов принятия решений при многих критериях.
9. Современные подходы к многоцелевому программированию.
10. Критический анализ методологических основ теории замещения.

Темы для самостоятельного задания № 2.

1. Привести и исследовать пример построения функции полезности Неймана-Моргенштерна для конкретной лотереи.

2. Построить субъективную экспериментальную функцию полезности денег. Привести примеры сравнения лотерей с использованием построенной функции.

Вопросы для текущего контроля.

1. Исторический обзор проблемы принятия решений при риске.
2. Отличие риска от других видов неопределенности.
3. Сравнение понятий объективной и субъективной вероятности.

Темы для самостоятельного задания № 3.

1. Построить и исследовать пример принятия решения при неопределенности при различных критериях оптимальности для двух состояний природы.
2. Построить и исследовать пример принятия статистического решения при двух состояниях природы.
3. Построить и исследовать пример проверки статистических гипотез с точки зрения общей теории статистических решений.

Вопросы для текущего контроля.

1. Почему Альберт Эйнштейн сказал, что «Господь Бог изощрен, но не злонамерен»?
2. Исторический обзор критериев оптимальности в играх с природой.
3. Каковы принципы, положенные в основу максиминного критерия? Критика максиминного критерия.
4. В каких случаях максиминный критерий является наиболее обоснованным?
5. Сравнительный анализ критериев с точки зрения психологии лица, принимающего решения.
6. Сравнение рандомизированных и диверсифицированных решений с точки зрения их практической осуществимости.
7. При каких критериях оптимальности могут получиться смешанные решения и почему?
8. Основные предпосылки модели статистического решения. Статистическая решающая функция как модель поведения ЛПР при принятии статистического решения.
9. Можно ли принять статистическое решение, не имея распределений наблюдений при различных состояниях природы?
10. Как измерить информативность наблюдений при статистических решениях?
11. Особая роль байесовских статистических решений.
12. Интерпретация классической математической статистики в понятиях общей теории статистических решений.

Темы для самостоятельного задания № 4.

1. Построить и исследовать пример игры двух лиц со строгим соперничеством.
2. Построить пример игры двух лиц в позиционной форме с полной информацией и найти оптимальные стратегии игроков графическим методом.
3. Построить пример игры двух лиц в позиционной форме с неполной информацией. Перечислить все чистые стратегии и привести игру к нормальной форме.

Вопросы для текущего контроля.

1. Что понимается под игрой и какие игры изучает теория игр?
2. Исторический обзор развития теории игр. Чем стратегические игры отличаются от комбинаторных и азартных?
3. Чем отличаются понятия «сумма игры» и «цена игры»?

4. Взаимосвязь принципов осторожности и уравновешенности в играх со строгим соперничеством. Ведущая роль уравновешенности.
5. Что следует понимать под «решением игры» со строгим соперничеством?
6. Анализ и критика концепции смешанного расширения игры.
7. Почему теорема о минимаксе фон Неймана называется «основной теоремой теории игр»?
8. Историческая и логическая связь теории игр с линейным программированием.
9. Сравнение различных практических методов решения игр со строгим соперничеством.
10. Какие игры могут быть представлены в позиционной форме.
11. Чем отличаются игры с полной и неполной информацией. Как это отражается на дереве игры.
12. Как устроены информационные множества на дереве игры.
13. Понятие чистой стратегии на дереве игры. Всякая ли игра может быть переведена из позиционной формы в нормальную?
14. Какой практический смысл перевода игры из позиционной формы в нормальную?
15. Алгоритм нахождения решения на дереве игры и его связь с динамическим программированием.
16. Шахматы как пример сложной комбинационной игры с полной информацией. Имеет ли она решение? Возможно ли найти это решение? На каких принципах работают современные шахматные программы?
17. Принципиальные проблемы некооперативных игр с нестрогим соперничеством. Равновесие по Нэшу для игр двух лиц, обобщение равновесия на случай многих игроков. Можно ли считать равновесные стратегии решением игры?
18. Сравнение различных подходов к анализу кооперативных игр двух лиц с нестрогим соперничеством.

Текущий контроль предполагает собеседование по результатам выполнения самостоятельных заданий на 5, 10, 15 и 20 неделях семестра (60% итоговой оценки). Промежуточная аттестация по курсу включает экзамен по окончании изучения курса, проводимый в традиционной устной форме (40% итоговой оценки).

Вопросы и задания для промежуточной аттестации:

1. Математические методы принятия решений как раздел исследования операций.
2. История развития математических методов исследования операций.
3. Связь исследования операций с другими научными дисциплинами: математикой, экономикой, психологией, системным анализом.
4. Системный подход — методологическая основа исследования операций.
5. Проблемы и противоречия психологических измерений. Примеры неадекватной обработки результатов в различных шкалах.
6. Практическая сложность задач многокритериального выбора.
7. Концепция абсолютного доминирования.
8. Критический анализ конкретных методов принятия решений при многих критериях.
9. Современные подходы к многоцелевому программированию.
10. Критический анализ методологических основ теории замещения.
11. Исторический обзор проблемы принятия решений при риске.
12. Отличие риска от других видов неопределенности.
13. Сравнение понятий объективной и субъективной вероятности.
14. Почему Альберт Эйнштейн сказал, что «Господь Бог изощрен, но не злонамерен»?

15. Исторический обзор критериев оптимальности в играх с природой.
16. Каковы принципы, положенные в основу максиминного критерия? Критика максиминного критерия.
17. В каких случаях максиминный критерий является наиболее обоснованным?
18. Сравнительный анализ критериев с точки зрения психологии лица, принимающего решения.
19. Сравнение рандомизированных и диверсифицированных решений с точки зрения их практической осуществимости.
20. При каких критериях оптимальности могут получиться смешанные решения и почему?
21. Основные предпосылки модели статистического решения. Статистическая решающая функция как модель поведения ЛПР при принятии статистического решения.
22. Можно ли принять статистическое решение, не имея распределений наблюдений при различных состояниях природы?
23. Как измерить информативность наблюдений при статистических решениях?
24. Особая роль байесовских статистических решений.
25. Интерпретация классической математической статистики в понятиях общей теории статистических решений.
26. Что понимается под игрой и какие игры изучает теория игр?
27. Исторический обзор развития теории игр. Чем стратегические игры отличаются от комбинаторных и азартных?
28. Чем отличаются понятия «сумма игры» и «цена игры»?
29. Взаимосвязь принципов осторожности и уравниваемости в играх со строгим соперничеством. Ведущая роль уравниваемости.
30. Что следует понимать под «решением игры» со строгим соперничеством?
31. Анализ и критика концепции смешанного расширения игры.
32. Почему теорема о минимаксе фон Неймана называется «основной теоремой теории игр»?
33. Историческая и логическая связь теории игр с линейным программированием.
34. Сравнение различных практических методов решения игр со строгим соперничеством.
35. Какие игры могут быть представлены в позиционной форме.
36. Чем отличаются игры с полной и неполной информацией. Как это отражается на дереве игры.
37. Как устроены информационные множества на дереве игры.
38. Понятие чистой стратегии на дереве игры. Всякая ли игра может быть переведена из позиционной формы в нормальную?
39. Какой практический смысл перевода игры из позиционной формы в нормальную?
40. Алгоритм нахождения решения на дереве игры и его связь с динамическим программированием.
41. Шахматы как пример сложной комбинационной игры с полной информацией. Имеет ли она решение? Возможно ли найти это решение? На каких принципах работают современные шахматные программы?
42. Принципиальные проблемы некооперативных игр с нестрогим соперничеством. Равновесие по Нэшу для игр двух лиц, обобщение равновесия на случай многих игроков. Можно ли считать равновесные стратегии решением игры?
43. Сравнение различных подходов к анализу кооперативных игр двух лиц с нестрогим соперничеством.

Текущий контроль предполагает собеседование по результатам выполнения самостоятельных заданий на 5, 10, 15 и 20 неделях семестра (60% итоговой оценки). Промежуточная аттестация по курсу включает экзамен по окончании изучения курса, проводимый в традиционной устной форме (40% итоговой оценки).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) литература:

1. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение: пер. с англ. под ред. и с добавлением Н. Н. Воробьева – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1974. – 708 с.
2. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.
3. Сторонгин Р. Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 208 с.
4. Ширяев В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации. – М.: Комкнига, 2007. – 216 с.
5. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
6. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
7. Черчмен У., Акоф Р. Введение в исследование операций. – М.: Наука, 1968. – 488 с.
8. Ларичев О., И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
9. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
10. Вальд А. Статистические решающие функции // Позиционные игры / Под ред. Н. Н. Воробьева. – М.: Наука, 1967. – С. 300– 522.
11. Гладких Б. А. Лекции по исследованию операций. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1979. – 119 с.
12. Гладких Б. А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учеб. пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2009. – Ч. I. Введение в исследование операций. Линейное программирование – 200 с.; 2011. – Ч. II. Нелинейное и динамическое программирование. – 264 с.

б) программное обеспечение и интернет-ресурсы. Для выполнения самостоятельных заданий используется пакет компьютерной математики MATLAB. Ссылки на библиотеку рекомендованной литературы приведены на сайте <http://moodle.inf.tsu.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины требуется наличие компьютерной техники с установленным соответствующим программным обеспечением и проекционное оборудование, предназначенное для проведения презентаций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ООП ВПО по направлению подготовки «010300 – Фундаментальная информатика и информационные технологии» и профилю подготовки «Управление проектами по разработке программного обеспечения».

Автор

кандидат физико-математических наук, профессор кафедры прикладной информатики
Гладких Б. А.

Рецензент
профессор кафедры прикладной информатики, доктор технических наук Поддубный В.В.

Программа одобрена на заседании кафедры прикладной информатики ТГУ
от 23 ноября 2011 года, протокол № 59