

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор _____ В.П. Гергель

« ____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

Исследование операций

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки
Академический бакалавриат

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Нижегород
2016

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Исследование операций» является частью математического и естественнонаучного цикла ООП по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» (8 семестр).

Дисциплина опирается на материал курсов математического анализа, дискретной математики, линейного программирования, теории вероятностей.

Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины «Исследование операций» состоит в изучении основных понятий, утверждений и методов, играющих фундаментальную роль в моделировании процесса выработки эффективных решений.

Изучение курса предполагает освоение рядом принципиальных вопросов:

- каким образом в формальной модели отражаются основные моменты, присущие выбору (варианты действий сторон, неопределенность некоторых условий выбора, зависимость результатов от действий многих сторон и др.);

- каким образом обеспечивается устойчивость выбора;

- как сочетается устойчивость выбора с выгодностью результатов для каждой из сторон.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<i>Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1)</i>	<i>З(ОПК1) знать базовые модели и принципы рационального выбора в условиях конфликта и неопределенности, включая основные математические утверждения об их свойствах У(ОПК1) уметь применять теоретические знания для решения типовых задач выбора В(ОПК1) владеть техникой доказательства математических утверждений и различными методами и способами отыскания решений стандартных задач выбора</i>
<i>Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2)</i>	<i>З(ПК2) знать модели операций в нормальной и позиционной формах, принцип максимина, принцип Байеса, равновесие по Нэшу, оптимальность по Парето. Понимать математическое единство моделей выбора решения, имеющих различную содержательную интерпретацию (например, задач планирования типа линейных программ и задач выбора при противоположных интересах типа матричных игр и др.) У(ПК2) уметь преобразовывать модели (например, редуцировать</i>

	<i>игры, приводить позиционную модель к нормальной форме), и применять соответствующий задаче принцип выбора В(ПК2) владеть аналитическими и графическими методами отыскания седловых точек, ситуаций равновесия, арбитражных решений, байесовских стратегий</i>
Способность работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4)	ВЛАДЕТЬ <i>В1(ПК4) навыками работы в составе научно-исследовательского коллектива по развитию математического аппарата, необходимого для анализа задач выбора; В2(ПК4) навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам; В3(ПК4) способностью к построению новых математических моделей выбора решений; В4(ПК4) навыками представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме.</i>

3. Структура и содержание дисциплины «Исследование операций»

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых **75** часов составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем: (48 часов занятий лекционного типа, 24 часа занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 2 часа групповые консультации, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 105 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В ТОМ ЧИСЛЕ							
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа студента часы		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Консультации индивидуальные	Всего контактных часов	СРС	Мероприятия контроля СРС	Всего СРС
Модель операции в нормальной форме и принципы выбора	40	14	6			20	20		20
Принцип максимина в конечных играх двух лиц с нулевой суммой	26	8	6			14	12		12
Смешанные стратегии	32	10	6			16	16		16
Кооперативный подход	14	4	2			6	8		8
Матричные игры и линейное программирование	8	4	0			4	4		4

Элементы теории статистических решений	24	8	4			12	12		12
Итого за семестр	144	48	24			72	72	0	72
Подготовка к итоговой аттестации	35					2	33		33
Итоговая аттестация. Экзамен	1					1			
Итого за время изучения с учетом итоговой аттестации									
	180	48	27			75	105	0	105

Содержание разделов дисциплины

МОДЕЛЬ ОПЕРАЦИИ В НОРМАЛЬНОЙ ФОРМЕ И ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА

Принятие решений как существенная сторона целенаправленной деятельности. Искусство и наука принятия решений. Математическая модель задачи выбора решения (операция). Оперирующая сторона и ее стратегии. Исход операции. Зависимость исхода от действий нескольких сторон и неуправляемых параметров (состояний природы). Интересы сторон. Бинарные отношения как средство описания предпочтительности исходов. Представление полного квазипорядка функцией полезности. Максимизация полезности как модель цели оперирующей стороны. Критерии эффективности сторон. Модель операции в нормальной форме. Классификация разделов теории исследования операций по моделям в нормальной форме. Терминология.

Выбор стратегий в модели операции в нормальной форме. Связь возможности оценки стратегии с информированностью сторон. Оценка стратегий в условиях неопределенности по гарантированному результату. Зависимость интересов сторон от принципа оценки стратегий.

Устойчивость и эффективность решений. Устойчивость решений в антагонистических играх. Связь существования устойчивых решений с существованием седловой точки ядра антагонистической игры и с существованием и равенством минимакса и максимина ядра антагонистической игры. Принцип минимакса (максимина) для выбора стратегий. Оптимальные стратегии в антагонистической игре. Пример анализа антагонистической модели на основе принципа минимакса ("шумная дуэль"). Вероятностная модель для состояний природы и усреднение полезностей.

ПРИНЦИП МАКСИМИНА В КОНЕЧНЫХ ИГРАХ ДВУХ ЛИЦ С НУЛЕВОЙ СУММОЙ

Матричные игры. Седловая точка матрицы. Примеры игр с седловыми точками в матрицах и без седловых точек.

Позиционная (развернутая) форма модели. Приведение позиционной модели к нормальной форме. Существование седловой точки матрицы в играх с полной информацией.

СМЕШАННЫЕ СТРАТЕГИИ

Роль информации о действиях другой стороны в антагонистической игре без устойчивых решений. Использование шаблона поведения другой стороны для прогнозирования ее решений. Случайный выбор (использование рулетки) как форма исключения шаблона поведения введением в модель неизвестных состояний природы. Введение случайного выбора как

расширение понятия стратегии. Смешанные стратегии и усреднение ядра антагонистической игры.

Биматричные игры. Метод графического определения всех устойчивых решений для смешанного расширения 2×2 биматричной игры, существование устойчивых решений в смешанном расширении любой 2×2 биматричной игры. Решение антагонистической 2×2 игры в смешанных стратегиях. Природа устойчивости, обеспечиваемой смешанной стратегией (антагонизм поведения без антагонизма интересов) в биматричных 2×2 играх. Смешанное расширение произвольной биматричной игры.

КООПЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД

Внешняя стабилизация решения (арбитражные схемы). Модель формирования сделки. Аксиомы справедливого дележа (аксиомы Нэша). Существование для каждой сделки единственного дележа, удовлетворяющего аксиомам Нэша. Сравнение устойчивого и арбитражного решений.

Модель с угрозами. Расширение понятия стратегии введением угроз. Аксиомы Нэша и отвечающий им дележ при заданных стратегиях угрозы. Выбор оптимальных стратегий угрозы для случая линейной с отрицательным единичным наклоном Паретовской границы множества допустимых дележей. Оптимальные угрозы как решение вспомогательной антагонистической игры.

МАТРИЧНЫЕ ИГРЫ И ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Прямая и двойственная задачи с ограничениями вида неравенств и теорема двойственности (формулировка и интерпретация). Задача выбора плана производства при возможной закупке недостающего сырья и продаже излишков сырья. Совпадение максимина и минимакса введенной задачи соответственно с прямой и двойственной задачами. Связь решения матричной игры с решением линейной программы, имеющей ту же матрицу, единичные затраты ресурсов и единичные цены на продукцию. Существование решения матричной игры с любой матрицей как следствие того, что соответствующая линейная программа всегда имеет решение.

Физические смеси стратегий. Случай дробимости объекта применения чистых стратегий. Меры частей объекта как аналоги компонент смешанных стратегий. Определение максимального гарантированного результата в задаче с неопределенными условиями выбора и физическими смесями стратегий методами решения матричных игр.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Выбор решений в условиях неопределенности. Оценка состояний природы. Априорное распределение вероятностей для состояний природы и априорный риск. Модель испытаний с единичной выборкой и апостериорный риск. Стратегия статистика. Принцип Байеса. Байесовские стратегии и байесовский риск.

Проверка простой гипотезы относительно простой альтернативы. Статистические гипотезы, простые и сложные гипотезы и альтернативы. Испытуемые гипотезы, принятие и отвержение гипотез, выборочная точка и критическая область, ошибки первого и второго рода. Байесовский критерий как проверка по отношению правдоподобия. Вероятности ошибок

первого и второго рода (значимость и мощность критерия). Байесовский риск как функция ошибок первого и второго рода. Случай неизвестного априорного распределения для состояний природы и минимаксные стратегии статистика.

4. Образовательные технологии

Основной формой обучения является лекционно-семинарская. При самостоятельной работе и подготовке к экзамену студенты имеют доступ к авторскому дистанционному лекционному курсу «Исследование операций. Модели экономического поведения», размещенному на сайте Интернет-университета Информационных Технологий (Электр. ресурс. Режим доступа свободный, <http://www.intuit.ru/department/algorithms/opres>).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Исследование операций» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к экзамену. Для самоконтроля у студента имеется возможность удаленного тестирования по дистанционному лекционному курсу «Исследование операций. Модели экономического поведения» (<http://www.intuit.ru/department/algorithms/opres>).

5.2. Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

Тематика самостоятельной работы

Модель операции в нормальной форме и принципы выбора – теоретическая часть – разделы 1.1-1.4 [1], решение задач [15]. Проверка задания.

Принцип максимина в конечных играх двух лиц с нулевой суммой– теоретическая часть – разделы 1.5, 2.1-2.3 [1], решение задач (типа 1,2). Проверка задания.

Смешанные стратегии– теоретическая часть – разделы 2.4 [1], решение задач (типа 3, 4). Проверка задания.

Кооперативный подход– теоретическая часть – глава 3 [1], решение задач (типа 5). Проверка задания.

Матричные игры и линейное программирование– теоретическая часть – разделы 2.5-2.6 [1], решение задач. Проверка задания.

Элементы теории статистических решений– теоретическая часть – глава 4 [1], решение задач (типа 6, 7, 8). Проверка задания.

Примеры задач для самостоятельных работ.

$$A = \begin{pmatrix} -15 & -4 & -17 & 15 & 9 \\ -9 & -5 & -7 & 4 & 11 \\ 13 & 14 & 13 & 17 & 18 \\ -15 & -3 & -10 & 5 & 9 \end{pmatrix}.$$

Задача 1. Найти седловые точки в матрице

$$M(x, y) = \begin{cases} 1 - x^2, & x \geq y, \\ y^2, & x < y, \end{cases} \quad \text{в области}$$

Задача 2. Имеет ли седловые точки функция
 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$?

Задача 3. Уменьшить размерность и решить игру, описываемую матрицей

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 4 & 0 \\ 1 & -3 & 0 & 4 \end{bmatrix}.$$

$$(A, B) = \begin{pmatrix} (2,2) & (4,2) \\ (2,4) & (1,2) \end{pmatrix}.$$

Задача 4. Найти ситуации равновесия в биматричной 2x2 игре

$$(A, B) = \begin{pmatrix} (2,0) & (4,2) \\ (3,3) & (4,1) \end{pmatrix}.$$

Задача 5. Найти арбитражное решение по Нэшу в биматричной игре

Задача 6. Выбор структуры посевов. Руководство сельскохозяйственного предприятия решает проблему выбора участков земли для посадки картофеля. Для хорошего урожая требуется определенное количество влаги. В среднем наибольшие урожаи получаются при решении о посадке картофеля на участке, характеризующемся большой влажностью почвы (решение a_2) при засушливом лете (второе состояние природы), или при решении о посадке картофеля на сухом участке (решение a_1) при дождливом лете (первое состояние природы). Потери сельскохозяйственного предприятия оцениваются матрицей

<i>лето</i>	\ участок	a_1	a_2
<i>дождливое</i>		0	1
<i>засушливое</i>		4	0

Какое решение является байесовским, если состояния природы равновозможные?

1	$a_\xi = a_1$ (сухой участок)
2	$a_\xi = a_2$ (влажный участок)
3	$\eta_\xi = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ (применить смешанную стратегию)

Задача 7. Пусть при решении проблемы выбора участков земли для посадки используется дополнительная информация о состоянии природы в результате наблюдений за погодой весной, в период посадки. Результаты наблюдений на основе многолетней статистики определяют условные распределения (в зависимости от состояния природы)

	z_1 - большое количество осадков	z_2 - малое количество осадков
$p(z/1)$	0.6	0.4
$p(z/2)$	0.2	0.8

Чему равен риск $\rho(\xi, d)$ от применения решающей функции $d_\xi(z) = \begin{cases} a_1, z = z_1 \\ a_2, z = z_2 \end{cases}$ при априорном распределении вероятностей $\xi = (0.5, 0.5)$?

$\rho(\xi, d)$	0.6
$\rho(\xi, d)$	2
$\rho(\xi, d)$	0.5

Задача 8. Отношения правдоподобия $p(z/2)/p(z/1)$ для результатов наблюдений за погодой весной (из задачи 7) описываются таблицей

	z_1 - большое количество осадков	z_2 - малое количество осадков
$p(z/2)/p(z/1)$	$\frac{1}{3}$	2

Каков вид байесовской решающей функции при априорном распределении вероятностей $\xi = (0.5, 0.5)$?

1	$d_\xi(z) = \begin{cases} a_1, z = z_1 \\ a_2, z = z_2 \end{cases}$
2	$d_\xi(z) = a_1$
3	$d_\xi(z) = a_2$

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции ОПК1

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
З(ОПК1) знать базовые модели и принципы рационального выбора в условиях конфликта и неопределенности, включая основные математические утверждения об их свойствах	Отсутствие знания материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»
У(ОПК1) уметь применять теоретические знания для решения типовых задач выбора и владеть техникой доказательства математических утверждений	Знание некоторых основных моделей и принципов рационального выбора. Умение решать типовые задачи с погрешностями. Владение некоторыми основными навыками, применяемыми в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
В(ОПК1) владеть различными методами и способами отыскания решений стандартных задач выбора	Знание большей части основных моделей и принципов рационального выбора. Умение решать типовые задачи с незначительными погрешностями. Владение основными навыками, применяемыми в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Знание основных моделей и принципов рационального выбора.. Умение решать типовые задачи. Владение основными навыками, применяемыми в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знание всех моделей и принципов рационального выбора. Умение решать типовые задачи. Владение основными навыками, применяемыми в стандартных	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»

	ситуациях	
	Знание всех моделей и принципов рационального выбора. Умение решать типовые и нестандартные задачи. Свободное владение всеми навыками, применяемыми в стандартных ситуациях	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Карта компетенций для оценивания умений и навыков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения У(ОПК1), У(ПК2)	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения всех стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Навыки В(ОПК1), В(ПК2), В(ПК4)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимального количества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

6.2. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Исследование операций» используется балльная система оценки учебной работы студентов.

«Превосходно» - свободное владение основным и дополнительным материалом без ошибок и погрешностей, способность решения нестандартных задач, освоение компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине, осуществлено комплексно, выше

обязательных требований. Сформирована устойчивая система компетенций, проявляется связь с освоением других компетенций;

«Отлично» – владение основным материалом без ошибок и погрешностей, все компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине, освоены полностью на высоком уровне, сформирована устойчивая система компетенций;

«Очень хорошо» – достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями, способность решения стандартных задач, все компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине, освоены полностью;

«Хорошо» – владение основным материалом с рядом заметных погрешностей, компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине в целом освоены;

«Удовлетворительно» – владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок, способность решения основных задач, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине – минимально необходимый для достижения основных целей обучения;

«Неудовлетворительно» – владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине – недостаточный для достижения основных целей обучения;

«Плохо» – отсутствие владения материалом, соответствующие компетентности не освоены.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются письменные ответы на вопросы и собеседование.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются задачи, представляющие собой закрытые и открытые тесты.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Экзаменационные вопросы

Модель операции в нормальной форме и принципы выбора

Построение функции полезности, представляющей отношение нестрогого предпочтения, на конечном множестве исходов.

Модель операции в нормальной форме. Классификация моделей операций.

Оценка решений по гарантированному результату. Пример «Подготовка к участию в тендере».

Устойчивость и эффективность решений. Совместимость устойчивости и эффективности. Связь устойчивости с седловыми точками.

Устойчивые и эффективные решения в дуополии Курно.

Игра с фиксированной последовательностью шагов. Равновесие по Штакельбергу.

Рынок одного товара. Баланс спроса и предложения. Роль посредников в стабилизации баланса.

Верхняя и нижняя цена антагонистической игры. Связь между ними.

Теорема об условиях совпадения верхней и нижней цены игры.

Борьба за рынок сбыта скоропортящейся продукции как шумная дуэль. Оптимальные стратегии участников.

Принцип максимина в конечных играх двух лиц с нулевой суммой

Позиционная форма игры и переход к нормальной форме.

Устойчивые решения в играх с полной информацией.

Смешанные стратегии

Смешанное расширение матричной игры. Упрощение условий устойчивости (сужение множества проверяемых неравенств).

Смешанное расширение биматричной игры. Упрощение условий устойчивости (сужение множества проверяемых неравенств).

Решение матричных 2×2 игр.

Решение биматричных 2×2 игр.

Графический метод решения матричных $2 \times N$ игр.

Кооперативный подход

Кооперативный подход к биматричным играм. Сделки без побочных платежей и с побочными платежами. Модель совместных действий.

Кооперативный подход к биматричным играм. Аксиомы справедливого дележа.

Предложение 1 теоремы о свойствах арбитражного решения: единственность решения оптимизационной задачи, определяющей арбитражное решение.

Предложение 2 теоремы о свойствах арбитражного решения: существование опорной гиперплоскости, проходящей через точку арбитражного решения.

Выполнение аксиом справедливого дележа для решения оптимизационной задачи, определяющей арбитражное решение.

Единственность арбитражного решения (дележа, удовлетворяющего аксиомам Нэша).

Арбитражное решение с угрозами сделки без побочных платежей. Оптимальные стратегии угроз.

Матричные игры и линейное программирование

Решение двойственных задач линейного программирования как седловая точка игры «производитель-поставщик».

Сведение задачи решения антагонистической игры к решению задачи линейного программирования.

Разрешимость задачи линейного программирования, соответствующей матричной игре (существование решения матричной игры).

Элементы теории статистических решений

Выбор решений в условиях неопределенности. Статистическая игра с единичным испытанием.

Принцип Байеса. Система неравенств, определяющая байесовскую решающую функцию через апостериорное распределение вероятностей.

Байесовская решающая функция в задаче проверки простой гипотезы относительно простой альтернативы.

Ошибки I и II рода в задаче проверки простой гипотезы относительно простой альтернативы. Байесовский риск как функция вероятностей ошибок.

Функция байесовского риска в задаче проверки простой гипотезы относительно простой альтернативы и ее свойства.

Минимаксная стратегия для задач с неизвестным априорным распределением. Наименее выгодное распределение вероятностей на состояниях природы.

Задание байесовских стратегий разбиением пространства распределений вероятностей для состояний природы.

Выбор простой гипотезы из конечного множества гипотез.

Байесовская решающая функция в задаче с двумя состояниями природы и тремя решениями статистика.

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и задачу.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения: Учебник. - Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского, 2002. - 244с.
2. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2007. – 208с.
3. Васин А.А., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 272с.
4. Воробьев Н.Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков.- М.: Наука, 1985.-272с.
5. Грень Е. Статистические игры и их применение. - М.: Статистика, 1975.-176с.

б) дополнительная литература:

6. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций.- М.: Наука, 1971.-384с.
7. Морозов В.В., Сухарев А.Г., Федоров В.В. Исследование операций в задачах и упражнениях. - М.: Высшая школа, 1986.-288с.
8. Давыдов Э.Г. Методы и модели теории антагонистических игр. - М.: МГУ, 1978. - 208с.
9. Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г. Введение в прикладную теорию игр. - М.: Наука, 1981.-336с.
10. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр: учебное пособие для университетов по специальности «Математика». – М.: Высшая школа, 1998.
11. Печерский С.Л., Беляева А.А. Теория игр для экономистов. - СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2001, www.allmath.ru/operation.htm.
12. Оуэн Г. Теория игр. - М.: Наука, 2008.-273с.
13. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. - М.: Мир, 1974.-492с.
14. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики. - М.: Мир, 1985. - 200с.
15. Баркалов А.В. Моделирование выбора решений. Часть 1. Издание второе. - Н. Новгород: ННГУ, 2005. - 48 с. Электр. ресурс. Режим доступа свободный, http://www.software.unn.ac.ru/mo_evm/?doc=465.
16. Баркалов А.В. Моделирование выбора решений. Часть 2. - Н. Новгород: ННГУ, 2002. - 46 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

17. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. Электр. ресурс. Режим доступа свободный, <http://www.intuit.ru/department/algorithms/opres>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционная аудитория, оборудованная доской и мобильным местом лектора. Авторский учебник по дисциплине имеется в фундаментальной библиотеке ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС ННГУ с учетом рекомендаций ОПОП ВПО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор (ы) д.ф.-м.н., проф. _____ Р.Г.Стронгин

к.ф.-м.н., доц. _____ А.В. Баркалов

Рецензент (ы) _____

Программа одобрена на заседании кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от _____ года, протокол № _____.

Заведующий кафедрой _____ Р.Г. Стронгин

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от _____ года, протокол № _____.