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

«_____ » ______________ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Системный анализ, исследование операций и управление

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2018

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». Данная дисциплина читается в седьмом семестре бакалавриата (Б1.Б.17 − базовая часть)

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
Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1) *(завершающий (высокий) этап))*	*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 различными методами и способами отыскания решений стандартных задач выбора*
Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2) *(завершающий (высокий) этап))*	*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 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*

3. Структура и содержание дисциплины «Исследование операций»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых

65 часов составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

64 часа занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия),

1 час мероприятия промежуточной аттестации

43 часа 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 из них				**Самостоятельная работа студента часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Лабораторные работы**	**Всего контактных часов**	**СРС**
Модель операции в нормальной форме и принципы выбора	28		18		18	10
Принцип максимина в конечных играх двух лиц с нулевой суммой	18		10		10	8
Смешанные стратегии	26		16		16	10
Кооперативный подход	10		8		8	2
Матричные игры и линейное программирование	12		4		4	8
Элементы теории статистических решений	13		8		8	5
В т.ч. текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация: зачет						

Содержание разделов дисциплины

МОДЕЛЬ ОПЕРАЦИИ В НОРМАЛЬНОЙ ФОРМЕ И ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА

Принятие решений как существенная сторона целенаправленной деятельности. 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. Устойчивость и эффективность решений. Совместимость устойчивости и эффективности. 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. Информационные множества. Стратегия как функция, определенная на информационных множествах. Приведение позиционной модели к нормальной форме. Игры с полной и неполной информацией. 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.

Матричные 2x2 игры. Решение 2x2 игры в смешанных стратегиях. Графический метод решения 2xN игр. Редукция (уменьшение размеров) матричной игры.

Биматричные 2x2 игры. Метод графического определения всех устойчивых решений для смешанного расширения 2x2 биматричной игры. Существование устойчивых решений в смешанном расширении любой 2x2 биматричной игры. Природа устойчивости, обеспечиваемой смешанной стратегией (антагонизм поведения без антагонизма интересов) в биматричных 2x2 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 линейного программирования 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.

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, ошибки первого и второго рода. Байесовский критерий как проверка по отношению правдоподобия. Вероятности ошибок первого и второго рода. 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 зачету студенты имеют доступ к дистанционному лекционному курсу «Исследование операций. Модели экономического поведения» (автор – д.ф.-м.н., проф. Р.Г. Стронгин), 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 зачету. 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.

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

Примеры задач для самостоятельных работ.

Задача 1. Найти седловые точки в матрице $A=\begin{pmatrix} -15 & -4 & -17 & 15 & 9 \\ -9 & -5 & -7 & 4 & 11 \\ 13 & 14 & 13 & 17 & 18 \\ -15 & -3 & -10 & 5 & 9 \end{pmatrix}$.

Задача 2. Имеет ли седловые точки функция $M(x,y)=\begin{cases} 1-x^2, x \ge y, \\ y^2, x < y, \end{cases}$ в области $0 \le x \le 1$, $0 \le y \le 1$?

Задача 3. Уменьшить размерность и решить игру, описываемую матрицей $A=\begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 4 & 0 \\ 1 & -3 & 0 & 4 \end{bmatrix}$.

Задача 4. Найти ситуации равновесия в биматричной 2x2 игре $(A,B)=\begin{pmatrix} (2,2) & (4,2) \\ (2,4) & (1,2) \end{pmatrix}$.

Задача 5. Найти арбитражное решение по Нэшу в биматричной игре $(A,B)=\begin{pmatrix} (2,0) & (4,2) \\ (3,3) & (4,1) \end{pmatrix}$.

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

$$\begin{array}{ll} \textit{лето} \quad \backslash \textit{участок} & \begin{matrix} a_1 & a_2 \end{matrix} \\ \textit{дождливое} & \multirow{2}{*}{$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}$} \\ \textit{засушливое} & \end{array}.$$

Какое решение является байесовским, если состояния природы равновозможные?

1	$a_\xi = a_1$ (сухой участок)
2	$a_\xi = a_2$ (влажный участок)
3	$\eta_\xi = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ (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
$p(z/2)/p(z/1)$	$1/3$	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 компетенций ОПК1, ПК2.

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 У(ОПК1) уметь применять теоретические знания для решения типовых задач выбора В(ОПК1) владеть различными методами отыскания решений стандартных задач выбора и владеть техникой доказательства математических утверждений 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 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	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»
	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»
	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 ситуациях	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	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»	«неудовлетвори-	«удовлетворитель-	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

		тельно»	но»				
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)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное 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 очно-заочной формы обучения при изучении дисциплины «Исследование операций» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации выставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

Зачтено	Знание основных моделей и принципов рационального выбора в условиях конфликта и неопределенности. Умение решать типовые задачи
Не зачтено	Непонимание элементов моделей задач и неумение применять принципы рационального выбора

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

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется тестирование с последующим собеседованием.

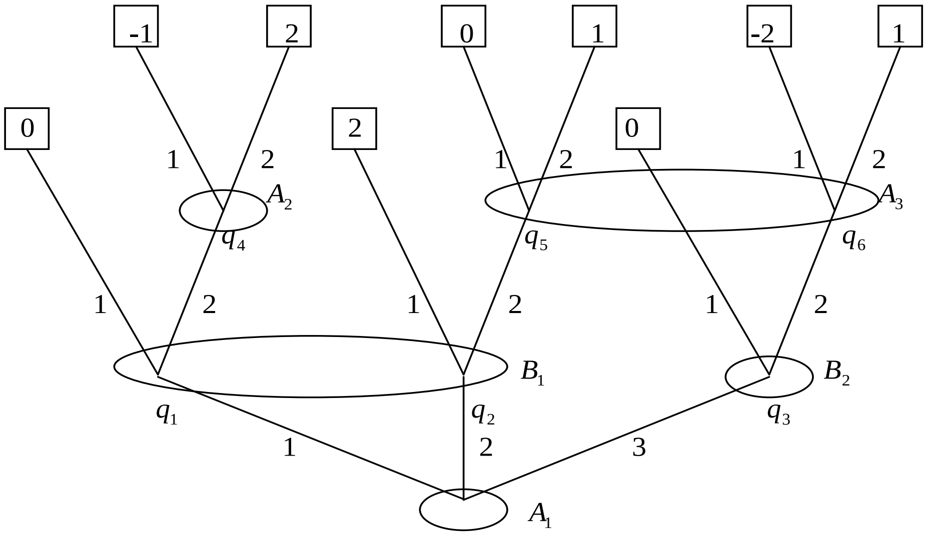
Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются задачи, представляющие собой закрытые и открытые тесты.

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

Тестовые задания

Вариант 1

1. Антагонистическая игра в развернутой форме описывается деревом



1.1. Какой выигрыш получит первый игрок, если стороны применили стратегии *s*=(2, 2, 1), *g*=(2,1)?

☐ 1 ☐ 2 ☐ -2 ☐ 0

1.2. Каковы размеры матрицы игры?

☐ 3x2 ☐ 6x4 ☐ 12x4 ☐ 6x2

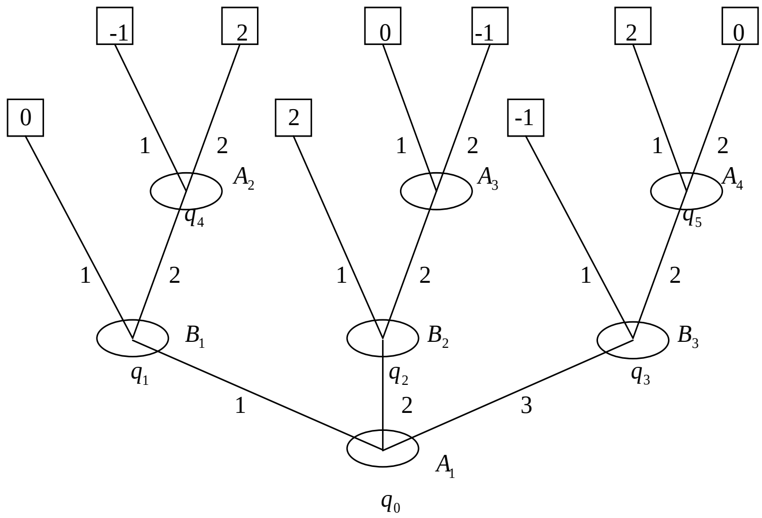
2. Какой из наборов является решением игры с матрицей A=$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$?

☐	$x^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $y^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right)$, $v = 3/2$	☐	$x^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $y^* = (0,0,1)$, $v = 1$	☐	$x^* = \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)$, $y^* = (0,0,1)$, $v = 1$	☐	$x^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $y^* = \left(\frac{3}{8}, \frac{5}{8}, 0\right)$, $v = 3/2$

3. Найти ситуации равновесия в смешанных стратегиях для биматричной игры $(A, B) = \begin{pmatrix} (2,0) & (4,2) \\ (3,3) & (4,1) \end{pmatrix}$.

Вариант 2

1. Антагонистическая игра с полной информацией задана деревом. Предполагается, что первым ходит первый игрок.



Какие стратегии образуют седловую точку ядра антагонистической игры

☐ s=(1, 2, 1, 1)	☐ s=(2, 2, 1, 2)	☐ s=(2, 1, 2, 2)	☐ s=(2, 2, 1)
g=(1, 2, 1)	g=(1, 2, 1)	g=(1, 1, 1)	g=(2, 2, 1)

Каковы размеры матрицы игры?

☐ 4x3 ☐ 16x8 ☐ 12x6 ☐ 24x8

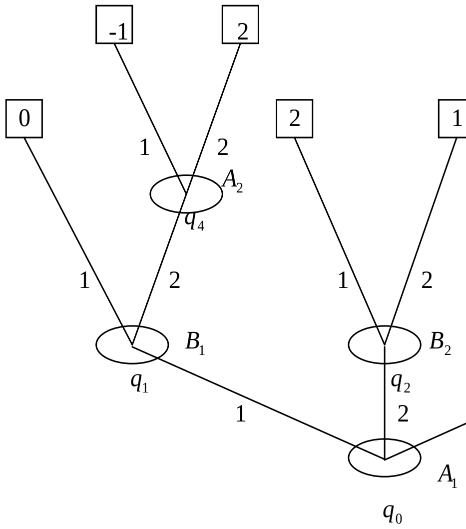
2. Цена игры с матрицей A=$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ равна единице. Указать, какие вектора являются оптимальными по гарантированному результату стратегиями для первого игрока:

☐	$(1,0)$	☐	$\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right)$	☐	$\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right)$	☐	$\left(0,\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right)$

3. Найти ситуации равновесия в смешанных стратегиях для биматричной игры $(A,B)=\begin{pmatrix} (1,-1) & (3,-1) \\ (3,-1) & (-3,2) \end{pmatrix}$.

Вариант 3

1. Антагонистическая игра с полной информацией задана деревом. Предполагается, что первым ходит первый игрок.



Какие стратегии образуют седловую точку ядра антагонистической игры

□ s=(2, 2, 1)	□ s=(2, 2, 2)	□ s=(1, 2, 1)	□ s=(3, 2, 1)
g=(2, 1, 2)	g=(1, 2, 2)	g=(2, 1, 1)	g=(2, 2, 1)

Каковы размеры матрицы игры?

□ 3x3 □ 8x4 □ 12x4 □ 12x8

2. Цена игры с матрицей A=$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ равна единице. Указать, какие вектора являются оптимальными по гарантированному результату стратегиями для второго игрока:

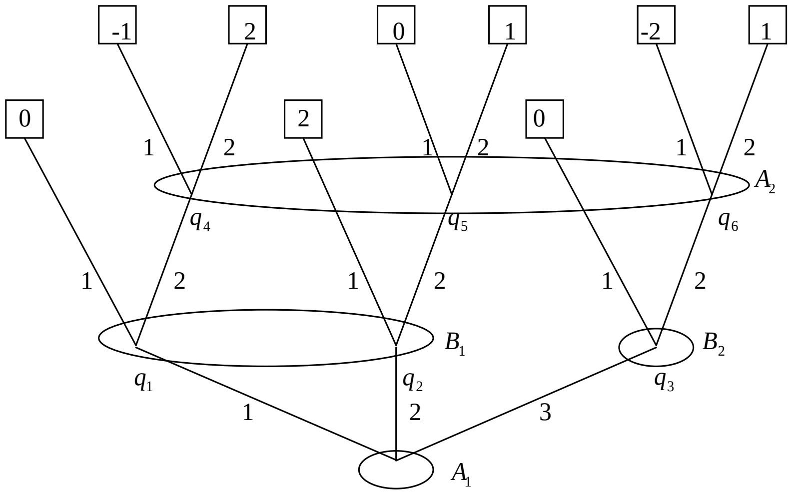
□	$(0,0,1)$	□	$\left(\frac{1}{2},\frac{1}{4},\frac{1}{4}\right)$	□	$\left(\frac{1}{2},0,\frac{1}{2}\right)$	□	$\left(\frac{2}{3},\frac{1}{3},0\right)$

3. Найти ситуации равновесия в смешанных стратегиях для биматричной игры

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

Вариант 4

1. Антагонистическая игра в развернутой форме описывается деревом



1.1. Какой выигрыш получит первый игрок, если стороны применили стратегии s=(2,1), g=(2,1)?

☐ 1 ☐ 2 ☐ -2 ☐ 0

1.2. Каковы размеры матрицы игры?

☐ 2x2 ☐ 4x4 ☐ 6x4 ☐ 12x8

2. Какой из наборов является решением игры с матрицей A=$\begin{pmatrix} -1 & 2 & -2 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$?

☐	$x^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $y^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right)$, $v = 1/2$	☐	$x^* = (0,1)$, $y^* = (0,1,0)$, $v = 0$	☐	$x^* = \left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}\right)$, $y^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right)$, $v = 1/2$	☐	$x^* = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $y^* = \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, 0\right)$, $v = 1/2$

3. Найти ситуации равновесия в смешанных стратегиях для биматричной игры $(A, B) = \begin{pmatrix} (1,-1) & (-2,1) \\ (-1,1) & (2,-1) \end{pmatrix}$.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения: Учебник. - Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2002. - 244с. 100 экз.

б) дополнительная литература:

2. 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.

3. Баркалов А.В. Моделирование выбора решений. Часть 2. - Н. Новгород: ННГУ, 2002. - 46 с. 10 экз.

4. Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2007. – 208с. 5 экз.

в) Интернет-ресурсы

5. 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

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению «01.03.02 Прикладная математика и информатика» (профиль «Системный анализ, исследование операций и управление»).

Автор к.ф.-м.н., доц. каф.МОСТ ____________________________А.В. Баркалов

Рецензент (ы) _________________________

Заведующий кафедрой МОСТ проф.__________________ Р.Г. Стронгин

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского
от ___________ года, протокол № ________.