

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков  
Должность: директор  
Дата подписания: 04.04.2024 18:57:58  
Уникальный программный ключ:  
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 7 ОП ВО

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС**

Кафедра бизнес-информатики  
*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНА решением методической  
комиссии по направлениям 38.03.05  
«Бизнес-информатика», 09.06.01  
«Информатика и вычислительная техни-  
ка» Северо-Западный институт управле-  
ния – филиал РАНХиГС Протокол от  
«24» июня 2019г. № 8

в новой редакции Протокол № 1 от  
«28» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование в условиях неопределенности и рисков**

Мод. в условиях неопр. и рисков  
*(краткое наименование дисциплины)*

38.03.05 Бизнес-информатика  
*(код, наименование направления подготовки)*

«Бизнес-аналитика»  
*(профиль)*

бакалавр  
*(квалификация)*

очная  
*(форма обучения)*

Год набора – 2020

Санкт-Петербург, 2020 г.

**Автор–составитель:**

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бизнес-информатики  
Курзенев Владимир Анатольевич

**Заведующий кафедрой бизнес-информатики**

Доктор военных наук, кандидат технических наук, профессор Наумов Владимир  
Николаевич

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине
  - 4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации.
  - 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся
  - 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации
  - 4.4. Методические материалы
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 6.1. Основная литература
  - 6.2. Дополнительная литература
  - 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
  - 6.4. Нормативные правовые документы
  - 6.5. Интернет-ресурсы
  - 6.6. Иные источники
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Моделирование в условиях неопределённости и рисков» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1.1

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ДПК -29	способность использовать основные методы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной информационно-аналитической деятельности	ДПК -29.3	Способность решать прикладные задачи бизнес-моделирования с использованием математических методов и математических моделей

В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Таблица 1.2

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ профессиональные действия	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
Выполнение обобщенных трудовых функций по регламентации процессов подразделений организации или разработка административных регламентов подразделений организации, моделирования бизнес-процессов.	ДПК.29.3	<p>На уровне знаний.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и основные методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики, теории принятия решений, области их применения, их достоинства и недостатки, основные классы математических моделей;</li> <li>- основные понятия и основные методы теории анализа данных, интеллектуальной обработки данных, теории нечетких множеств, функционального программирования, эконометрики, многомерной математической статистики;</li> <li>- средства бизнес-аналитики и бизнес-моделирования.</li> </ul>
		<p>На уровне умений.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные, осуществлять предобработку и очистку данных;</li> <li>- использовать математические и инструментальные средства для анализа данных, извлечения знаний из данных, их интерпретации в условиях наличия больших данных;</li> </ul>

		- оценивать качество решения задач анализа данных; принимать решения в условиях многокритериальности, наличия нечеткости, неопределенности, риска с использованием методов исследования операций и методов теории принятия решений.
--	--	--

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы /108 часов.

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость (акад/астр. часы)
<b>Общая трудоемкость</b>	108/81
<b>Контактная работа с преподавателем</b>	56/42
Лекции	24/18
Практические занятия	32/24
Лабораторные занятия	
<b>Самостоятельная работа</b>	52/39
Контроль	
Формы текущего контроля	ДЗ/КР
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет с оценкой

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (далее - ДОТ).

Доступ к системе дистанционных образовательных технологий осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале: <https://szu-de.ranepa.ru/>. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется студенту в деканате.

Дисциплина «Моделирование в условиях неопределённости и рисков» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б3.В.ДВ.01.02) федерального государственного образовательного стандарта подготовки дипломированного бакалавра по направлению «Бизнес-информатика». Она является одной из составляющих комплекса дисциплин по выработке решений в условиях неопределённости, вызванной действиями «партнёров».

Преподавание дисциплины «Моделирование в условиях неопределённости и рисков» основано на дисциплинах –Б1.Б.07.01 «Математический анализ», Б1.Б.07.02 «Линейная алгебра», Б1.В.21 «Дифференциальные и разностные уравнения». В свою очередь она создаёт необходимые предпосылки для освоения программ таких дисциплин, как Б1.В.03. «Моделирование бизнес-процессов», Б1.В.10 «Архитектура предприятия» и ряда дисциплин по выбору студента.

Дисциплина изучается в 7-м семестре 4-го курса.

Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом является зачет с оценкой

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование тем (разделов),	Объем дисциплины (модуля), час.					Форма текущего контроля успеваемости **, промежуточной аттестации** *	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					СР
			Л*	ЛР	ПЗ	КСР		
Тема 1	<u>Тема 1.</u> Основные типы неопределённости. Классификация .	8	2		2		4	О
Тема 2	<u>Тема 2.</u> Статические игры с полной информацией.	24	6		8		10	ДЗ/КР
Тема 3	<u>Тема 3.</u> Динамические игры с полной информацией	20	4		6		10	ДЗ
Тема 4	<u>Тема 4.</u> Статические игры с неполной информацией.	20	4		6		10	ДЗ/КР
Тема 5	<u>Тема 5.</u> Динамические игры с неполной информацией	16	4		4		8	ДЗ
Тема 6	<u>Тема 6.</u> Кооперативные игры	20	4		6		10	О
<b>Промежуточная аттестация</b>						2*		Зачёт с оценкой
<b>Всего (акад./астр. часы):</b>		108/81	24/18		32/24		52/39	

2\* - консультация, не входящая в общий объем дисциплины

ДЗ – домашнее задание;

КР – контрольная работа;

О - опрос

### Содержание дисциплины

#### **Тема 1. Основные типы неопределённости. Классификация.**

Неопределённость в природе. Типы неопределённостей. Принятие решений в условиях неопределённости, обусловленной действиями других лиц. Основные понятия теории игр. Игра, её смысл. Типы игр и классификация. Формы описания игр. Способы задания бескоалиционных игр. Расширенная форма описания и нормальная форма.

#### **Тема 2. Статические игры с полной информацией.**

Чистые и смешанные стратегии. Доминирование. Строгое и слабое доминирование. Последовательное удаление слабо доминируемых стратегий. Рационализируемые стратегии. Равновесие Нэша в чистых стратегиях. Смешанное расширение. Антагонистические игры (игры с нулевой суммой). Платёжная матрица.

Седловые точки. Максиминные и минимаксные стратегии. Нижнее и верхнее значение игры и цена игры. Решение игры  $2 \times 2$ ,  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . Основные теоремы. Сведение конечной матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с противоположными интересами. Биматричные игры. Равновесие Нэша и Парето-оптимальность. Решение биматричной игры  $2 \times 2$ . Экономические приложения (Дуополия Курно, Бертрана, Хотеллинга и др.).

### **Тема 3. Динамические игры с полной информацией**

Позиционная форма игры. Динамические игры с полной и совершенной информацией. Обратная индукция и конечные игры с совершенной информацией. Стратегии поведения. Совершенное подыгровое равновесие по Нэшу. Последовательные игры с полной, но несовершенной информацией. Модель дуополии Штакельберга и её модификация. Повторяющиеся игры.

### **Тема 4. Статические игры с неполной информацией.**

Введение в байесовы игры. Типы и представления (веры) игроков. Равновесие по Байесу – Нэшу. Разделяющее равновесие. Коррелированное равновесие. Дизайн механизмов. Аукционы.

### **Тема 5. Динамические игры с неполной информацией.**

Сильное и слабое секвенциальное равновесие. Совершенное (относительно «дрожащей руки») байесово равновесие. Последовательное равновесие. Игры с наблюдаемыми действиями. Сигнальные игры. Приложения в экономических и политических системах.

### **Тема 6. Кооперативные игры.**

Коалиционные игры. Равновесие в совместных смешанных стратегиях. Задача о переговорах. Арбитражная схема Нэша. Определение классической кооперативной игры. Коалиция и характеристическая функция. Задание кооперативной игры. Несущественная кооперативная игра. Типы кооперативных игр. Делёж. Значение Шепли. Доминирование дележей. С-ядро. Теорема Болдыревой – Шепли о существовании непустого С-ядра. НМ – решение. Эквивалентные кооперативные игры. Игры в  $0 - 1$  редуцированной форме. Простые игры. Индекс Шепли – Шубика. Индекс Банцхафа.

## **4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине**

Промежуточная аттестация может проводиться с использованием ДОТ.

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Моделирование в условиях неопределённости и рисков» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Таблица 4.1

Тема (раздел)	Формы (методы) текущего контроля успеваемости
Тема 1. Основные типы неопределённости. Классификация .	Опрос
Тема 2. Статические игры с полной информацией.	Домашнее задание. Защита
Тема 3. Динамические игры с полной информацией	Домашнее задание. Защита.
Тема 4. Статические игры с неполной информацией.	Домашнее задание. Защита

Тема 5. Динамические игры с неполной информацией	Домашнее задание. Защита
Тема 6. Кооперативные игры	Опрос

#### 4.1.2. Зачет проводится с применением следующих методов (средств) :

Во время зачета (экзамена) проверяется этап освоения компетенции ДПК 29.3.

Во время проверки сформированности этапа ДПК 29.3 оцениваются:

- Презентация модели и полученных результатов в виде отчета или в офисных приложениях.
- Оценка правильности ответов на поставленные вопросы или тесты

#### 4. 2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.

##### Типовые оценочные материалы по теме 1

Типовые вопросы для устного опроса

1. Понятие неопределённости и игровой ситуации.
2. Конфликт.
3. Профиль стратегий
4. Функции выигрыша
5. Способы задания игр.
6. Классификация игр и формы записи

##### Тесты по теме 1 (примеры)

1. Какие способы задания игры приняты в теории?
  - а) Простой и расширенный.
  - б) Графический и с помощью формул.
  - в) В позиционной и нормальной форме.
  - г) Аналитический и описательный.
2. Какие позиции задаёт позиционная форма?
  - а) Порядок ходов и альтернативы.
  - б) Количество игроков и их информированность.
  - в) Всевозможные варианты с вероятностным распределением.
  - г) Порядок ходов, альтернативы, информированность игрока на каждом ходе, выигрыши вероятность распределения на множестве ходов Природы.
3. Как задаётся игра в нормальной форме?
  - а) С помощью аналитических формул, отражающих всю исходную информацию.
  - б) С помощью набора – тройки (множество игроков – множество стратегий – множество выигрышей).
  - в) С помощью функций предпочтения игроков.
  - г) С помощью стратегических матриц.

**Ответы:** 1в; 2г; 3б.

##### Типовые оценочные материалы по теме 2

##### Типовые вопросы для устного опроса.

Что понимают под чистыми и смешанными стратегиями?

Доминирующее и недоминируемые стратегии.

Игра двух участников с противоположными интересами.

Максиминные и минимаксные стратегии.

Верхнее и нижнее значение игры.



Цена игры, седловая точка.

Смешанное расширение для антагонистической матричной игры.

В чём суть графо-аналитического решения матричных игр  $2 \times n$  и  $m \times 2$ ?

Биматричные игры и равновесие Нэша.

Парето-оптимальность в биматричной игре.

Дуополия Курно, Бертрана и Хотеллинга.

### Тесты по теме 2 (примеры)

1. В чём различие между статическими и динамическими играми?

-а) Нет различий.

б) В статических играх игроки имеют дело с Природой, а в динамических с игроками.

в) В статических играх игроки принимают решения одновременно без пересмотра решений, в динамических игроки наблюдают за действиями друг друга и реагируют на них.

г) В статических играх игроки не обмениваются информацией, а в динамических обмениваются.

2. Какие стратегии называют чистыми, а какие смешанными?

а) Чистыми стратегиями называют наилучшие стратегии, а смешанными все остальные.

б) Чистые стратегии используются в статических играх, а смешанные стратегии в динамических играх.

в) Все максиминные стратегии называются чистыми, а все минимаксные смешанными.

г) Множество исходных стратегий называют чистыми, а вероятностное распределение на них смешанными стратегиями.

3. Задана матричная (антагонистическая) игра  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 4 & 3 & 0 \\ 1 & -7 & 2 \end{pmatrix}$ . Укажите эквивалентную матрицу после удаления доминируемых стратегий.

а)  $\begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -7 & 2 \end{pmatrix}$ ,

б)  $\begin{pmatrix} 4 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$ ,

в)  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \\ 1 & -7 \end{pmatrix}$ ,

г)  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$ .

4. Найти цену матричной игры и оптимальные стратегии игроков:  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

а) 2, (1,2);

б) 3,(2,1);

в) 4, (2,2);

г) 1, (1,1).

5. Задана матричная (антагонистическая) игра  $\begin{pmatrix} 3 & 4 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}$ . Найти цену игры и оптимальные стратегии игроков.

а) 3, X=(0,4;0,6);

б) 1, X=(0,3;0,7);

в) 1, X=(0,5;0,5);

г)  $1\frac{3}{4}$ ,  $X=(\frac{5}{8}, \frac{3}{8})$

6. В биматричной игре типа «семейный спор»  $\begin{pmatrix} (2,1) & (0,0) \\ (0,0) & (1,2) \end{pmatrix}$  найти равновесия Нэша

в чистых стратегиях:

а)  $(0,0)$ ;

б)  $(1,2)$ ;

в)  $(2,1)$ ;

г)  $(1,2)$  и  $(2,1)$ .

7. В биматричной игре типа «семейный спор»  $\begin{pmatrix} (2,1) & (0,0) \\ (0,0) & (1,2) \end{pmatrix}$  найти равновесия Нэша

в смешанных стратегиях:

а)  $X=\frac{2}{3}$ ,  $Y=\frac{1}{3}$ ;

б)  $X=\frac{1}{3}$ ,  $Y=\frac{2}{3}$ ;

в)  $X=\frac{1}{2}$ ;  $Y=\frac{1}{2}$ ,

г)  $X=\frac{3}{4}$ ;  $Y=\frac{1}{4}$ .

8. Игра в нормальной форме называется непрерывной, если:

а) для всех игроков множество стратегий бесконечно, а функция полезности непрерывна справа;

б) для всех игроков множество стратегий является выпуклым в конечномерном евклидовом пространстве, а функция полезности непрерывной по стратегиям;

в) хотя бы для некоторых игроков множество стратегий бесконечно, а функция полезности непрерывна слева;

г) хотя бы для некоторых игроков множество стратегий является выпуклым в конечномерном евклидовом пространстве, а функция полезности непрерывной по стратегиям

**Ответы:** 1в; 2г; 3а; 4б; 5г; 6г; 7в; 8г.

### Типовые оценочные материалы по теме 3

#### Типовые вопросы для устного опроса.

1. Позиционная (расширенная) форма игры.
2. Информационные множества.
3. Динамические игры с полной и совершенной информацией.
4. Принцип обратной индукции.
5. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.
6. Нормализация динамической игры.
7. Равновесие Нэша динамической игры.
8. Совершенное подыгровое равновесие Нэша.
9. Повторяемые игры и стратегии переключения.
10. Модель дуополии Штакельберга.

#### Тесты по теме (примеры)

1. Какая информация необходима для описания динамических игр?

а) информация о количестве игроков и о функциях полезности;

б) информация о стратегиях игроков и их знаний о намерениях других игроков;

в) информация о последовательности действий игроков и знания о стратегиях других игроков;

г) знание «дерева игры» и знание ходов, сделанных другими игроками.

2. Включается ли в динамическую игру игрок «природа»?
- нет;
  - да.
3. Что понимают под «информационным множеством» динамической игры?
- стратегии в динамической игре;
  - совокупность вершин в дереве игры, в которых игрок делает ход;
  - для любого игрока совокупность вершин дерева игры, в которых игрок делает ход, и каждая вершина игрока содержится только в одном информационном множестве и во всех вершинах игроку доступен один и то же набор действий;
  - для любого игрока совокупность вершин и дуг дерева игры, в которых игрок делает ход, и каждая вершина и дуга игрока содержится только в одном информационном множестве, а игроку доступен один и то же набор действий.
4. Какая динамическая игра называется игрой с совершенной информацией?
- если в игре есть вся информация об игроках и об их стратегиях;
  - если каждое информационное множество в игре содержит одну вершину;
  - если известны все информационные множества;
- Ответы:** 1г; 2б; 3в; 4б.

#### **Типовые оценочные материалы по темам 4**

##### **Типовые вопросы для устного опроса.**

- Что понимают под системой представлений в статических играх? Типы игроков.
- Понятие байесовой игры.
- Разделяющие и объединяющие стратегии в байесовой игре.
- БН- равновесие.

##### **Тесты по теме 4 (примеры)**

- Как задаётся представление участников игры об информации игроков?
  - через набор стратегий;
  - через информацию о типах игроков;
  - через условные вероятности типов игроков,
  - с помощью соответствующих функций выигрыша.
- С помощью чего определяется байесова игра?
  - с помощью аналитического представления;
  - на основе имеющейся информации;
  - с помощью набора ходов, типов игроков функций выигрышей;
  - с помощью ходов Природы, выбора ходов игроков и их возможных выигрышей.
- Что понимают под «стратегией» игрока в статической байесовой игре?
  - отображение множества типов игроков во множество ходов;
  - множество действий игрока в зависимости от функций полезности;
  - рациональные действия в зависимости от представлений игрока.
- Что такое «разделяющие» стратегии?
  - игроки выбирают разные стратегии;
  - различные типы игроков выбирают различные ходы;
  - действия игроков могут отличаться.

**Ответы:** 1в; 2в; 3а; 4б.

#### **Типовые оценочные материалы по теме 5**

##### **Типовые вопросы для устного опроса.**

- Система представлений в динамических играх с несовершенной информацией
- Понятие совершенного байесова равновесия.
- Принцип последовательной рациональности.
- Слабое совершенное байесово равновесие.

5. Последовательное равновесие.
6. Понятие сигнальной игры. Ведущий и получатель сигнала.
7. Стратегии в сигнальной игре. Сигнальные требования.
8. Совершенное байесово равновесие в сигнальной игре

### Тесты по теме 5 (примеры)

1. Что значит, «что информационное множество лежит на равновесной траектории»?

- а) информационное множество достигается с вероятностью единица;
- б) игра разыгрывается с равновесиями, на пути которых всегда находится информационное множество;
- в) игра разыгрывается в соответствии с равновесными траекториями и информационное множество достигается с положительной вероятностью.

2. Какие требования к набору стратегий и представлений об информационных множествах определяют совершенное байесово равновесие?

а) каждый игрок должен иметь представление, где он «находится»; представления на равновесном пути определяются по правилу Байеса;

б) каждый игрок должен иметь представление, какая вершина достигнута, игрок должен быть последовательно рационален;

в) игрок должен быть последовательно рационален, должен иметь представление, какая вершина достигнута, представления на равновесном пути определяются по правилу Байеса;

г) каждый игрок должен иметь представление, где он «находится»; представления на равновесной и неравновесной траектории определяются по правилу Байеса;

3. Что определяет совершенное байесово равновесие в сигнальной игре?

а) требования к ведущему и получателю сигнала;

б) последовательная рациональность игроков с максимизацией полезности ведущего и получателя с учётом представлений по правилу Байеса;

в) специальные сигнальные требования к ведущему и получателю с максимизацией полезностей;

г) сигнальные требования к ведущему и получателю, учитывающие вероятностное распределение типов ведущего, максимизацию полезности ведущего и получателя с учётом представления последнего по правилу Байеса.

**Ответы:** 1в; 2в; 3г.

### Варианты домашних заданий по темам 1 – 5 (примеры)

#### Вариант № 1.

Заданы матрицы антагонистической игры

$$1 \begin{matrix} & d & e & f \\ a & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\ b \\ c \end{matrix}$$

$$2 \begin{matrix} & d & e & f & g \\ a & \begin{pmatrix} -1 & 3 & 8 & 0 \\ 10 & 1 & -1 & 4 \\ 6 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} \\ b \\ c \end{matrix}$$

Найти оптимальные стратегии и решения игр.

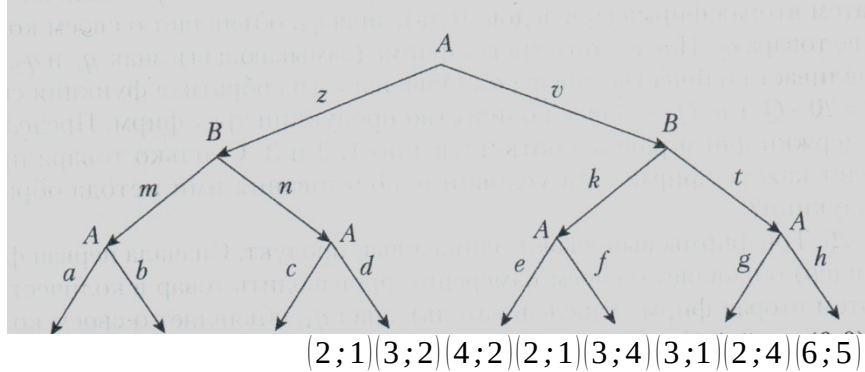
Задана игра в нормальной форме

$$d \quad e \quad f$$

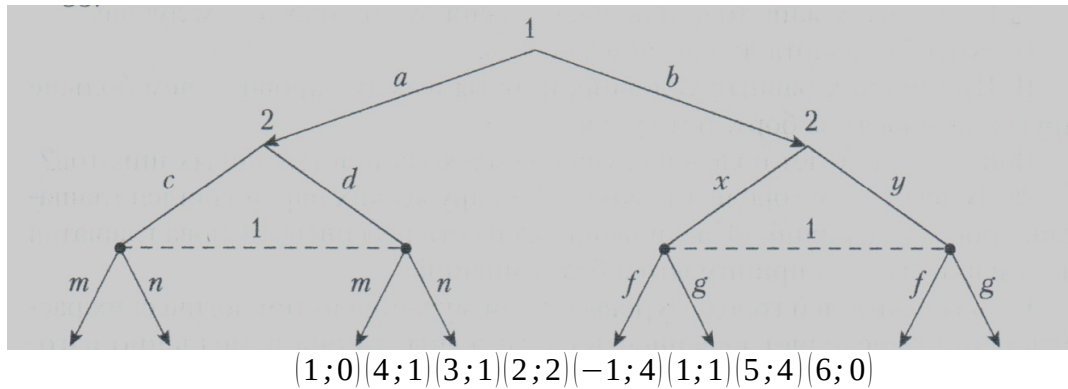
$$\begin{matrix} a \\ b \\ c \end{matrix} \begin{pmatrix} (2;3) & (4;0) & (5;1) \\ (2;0) & (2;4) & (6;1) \\ (1;4) & (3;1) & (7;0) \end{pmatrix}$$

Найти все равновесия по Нэшу.

3. Найти обратно - индукционные исходы в динамической игре



4. Представить динамическую игру в нормальной форме, найти все равновесия Нэша и СПРН



5. Два игрока одновременно выбирают действительные числа  $x_1$  и  $x_2$  соответственно. Функции полезности игроков один из двух видов

$$\begin{matrix} \text{A)} \\ \text{B)} \end{matrix} \begin{cases} U_1 = -x_1^2 + x_1 x_2 + x_1 \\ U_2 = -x_2^2 + 2x_1 x_2 + x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,3;$$

$$\begin{cases} U_1 = -x_1^2 + 2x_1 x_2 \\ U_2 = -x_2^2 + x_1 x_2 - x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,7.$$

Первый игрок точно знает, какой вид имеют функции полезности. Оба игрока знают вероятности. Найти БН-равновесие.

6. Две фирмы (А и В) производят одинаковую продукцию (дуополия Штакельберга). Сначала первая фирма (лидер) объявляет о своём намерении производить товар в количестве  $q_1$ . Далее, вторая фирма, зная выпуск первой объявляет о своём количестве товара. Издержки фирм известны и равны соответственно 1 и 3. Обратная функция спроса на продукцию известна:  $P=50-Q$ ;  $Q=q_1+q_2$  - общий выпуск. Найти совершенное подыгровое равновесие Нэша в игре. Какие объёмы продукции будут выбирать фирмы в найденном равновесии?

### Вариант № 2.

1. Заданы матрицы антагонистической игры

$d \quad e \quad f$

$$1 \dot{b} \begin{pmatrix} a & 1 & 2 & 1 \\ b & 6 & 1 & 2 \\ c & 3 & 5 & 0 \end{pmatrix}$$

$$2 \dot{b} \begin{pmatrix} d & e & f & g \\ a & 2 & 3 & 1 & 5 \\ b & 4 & 1 & 6 & 0 \\ c & 0 & 2 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

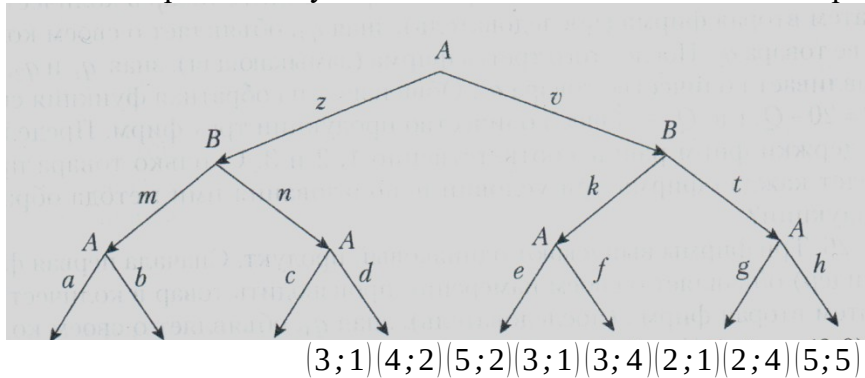
Найти оптимальные стратегии и решения игр.

Задана игра в нормальной форме

$$\begin{pmatrix} a & d & e & f \\ (5;3) & (2;2) & (-3;2) \\ b & (2;-1) & (-3;2) & (3;0) \\ c & (7;5) & (3;2) & (-2;6) \end{pmatrix}$$

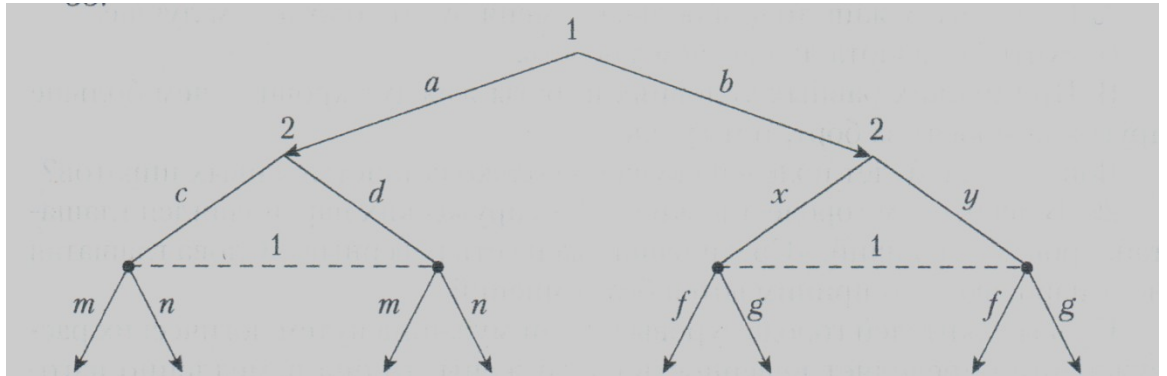
Найти все равновесия по Нэшу.

3. Найти обратно- индукционные исходы в динамической игре



$(3;1)(4;2)(5;2)(3;1)(3;4)(2;1)(2;4)(5;5)$

4. Представить динамическую игру в нормальной форме, найти все равновесия Нэша и СПРН



$(3;0)(5;4)(0;1)(0;4)(4;2)(3;0)(1;0)(5;1)$

5. Два игрока одновременно выбирают действительные числа  $x_1$  и  $x_2$  соответственно. Функции полезности игроков один из двух видов

$$\begin{aligned} \text{A)} & \begin{cases} U_1 = -x_1^2 + x_1 x_2 + x_1 \\ U_2 = -x_2^2 + 2x_1 x_2 + x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,2; \\ \text{B)} & \begin{cases} U_1 = -x_1^2 + 2x_1 x_2 \\ U_2 = -x_2^2 + x_1 x_2 - x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,8. \end{aligned}$$

Первый игрок точно знает, какой вид имеют функции полезности. Оба игрока знают вероятности. Найти БН-равновесие.

6. Две фирмы (А и В) производят одинаковую продукцию (дуополия Штакельберга). Сначала первая фирма (лидер) объявляет о своём намерении производить товар в количестве  $q_1$ . Далее, вторая фирма, зная выпуск первой объявляет о своём количестве товара. Издержки фирм известны и равны соответственно 3 и 2. Обратная функция спроса на продукцию известна:  $P=50-Q$ ;  $Q = q_1+q_2$  – общий выпуск. Найти совершенное подыгровое равновесие Нэша в игре. Какие объёмы продукции будут выбирать фирмы в найденном равновесии?

Вариант № 3.

1. Заданы матрицы антагонистической игры

$$1 \begin{matrix} & d & e & f \\ a & 3 & 2 & 6 \\ b & 4 & 5 & 2 \\ c & 4 & 4 & 7 \end{matrix}$$

$$2 \begin{matrix} & d & e & f & g \\ a & 2 & 3 & 1 & 3 \\ b & 3 & 1 & 3 & -1 \\ c & -1 & 3 & -1 & 7 \end{matrix}$$

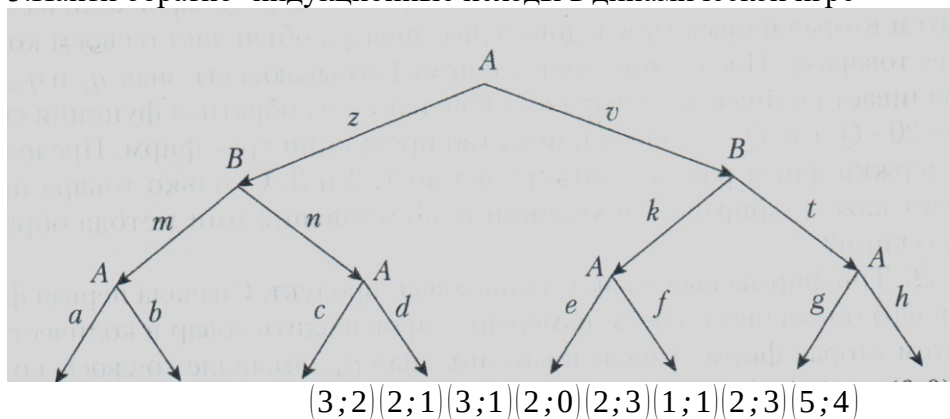
Найти оптимальные стратегии и решения игр.

2. Задана игра в нормальной форме

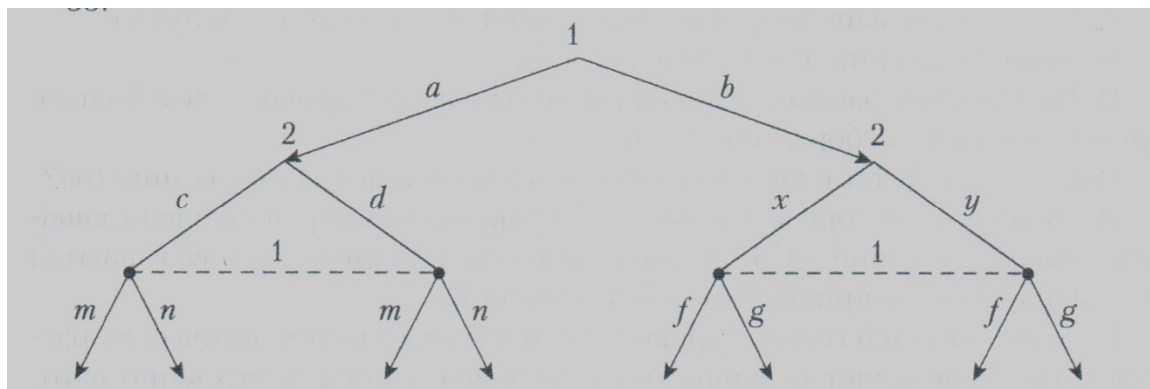
$$\begin{matrix} & d & e & f \\ a & (3;1) & (1;7) & (4;3) \\ b & (1;8) & (1;1) & (5;3) \\ c & (2;3) & (-1;0) & (3;2) \end{matrix}$$

Найти все равновесия по Нэшу.

3. Найти обратно-индукционные исходы в динамической игре



Представить динамическую игру в нормальной форме, найти все равновесия Нэша и СПРН



(5;4)(3;0)(0;4)(0;1)(3;0)(4;2)(5;1)(1;0)

5. Два игрока одновременно выбирают действительные числа  $x_1$  и  $x_2$  соответственно. Функции полезности игроков один из двух видов

$$\begin{aligned}
 \text{А)} & \begin{cases} U_1 = -x_1^2 - x_1 x_2 + 2x_1 \\ U_2 = -x_2^2 + 2x_1 x_2 - x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,4; \\
 \text{В)} & \begin{cases} U_1 = -x_1^2 + 2x_1 x_2 + 3x_1 \\ U_2 = -x_2^2 + x_1 x_2 + x_2 \end{cases} \text{ с вероятностью } 0,6.
 \end{aligned}$$

Первый игрок точно знает, какой вид имеют функции полезности. Оба игрока знают вероятности. Найти БН-равновесие.

6. Две фирмы (А и В) производят одинаковую продукцию (дуополия Штакельберга). Сначала первая фирма (лидер) объявляет о своём намерении производить товар в количестве  $q_1$ . Далее, вторая фирма, зная выпуск первой объявляет о своём количестве товара. Издержки фирм известны и равны соответственно 2 и 1. Обратная функция спроса на продукцию известна:  $P=70-Q$ ;  $Q=q_1+q_2$  - общий выпуск. Найти совершенное подыгровое равновесие Нэша в игре. Какие объёмы продукции будут выбирать фирмы в найденном равновесии?

#### Вариант № 4.

1. Заданы матрицы антагонистической игры

$$\begin{matrix} & d & e & f \\ a & \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \\ 1 \dot{b} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \\ c & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 9 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & d & e & f & g \\ a & \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 4 \end{pmatrix} \\ 2 \dot{b} & \begin{pmatrix} 1 & 6 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ c & \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 3 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Найти оптимальные стратегии и решения игр.

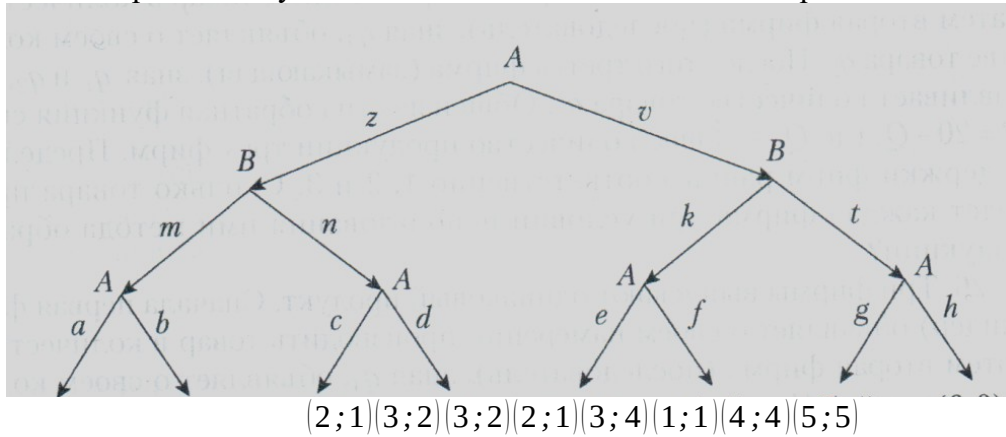
Задана игра в нормальной форме

$$\begin{matrix} & d & e & f \\ a & \begin{pmatrix} 3;2 & 5;1 & 0;1 \end{pmatrix} \\ b & \begin{pmatrix} 0;4 & 3;5 & 4;1 \end{pmatrix} \\ c & \begin{pmatrix} 1;0 & 4;-1 & 5;1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

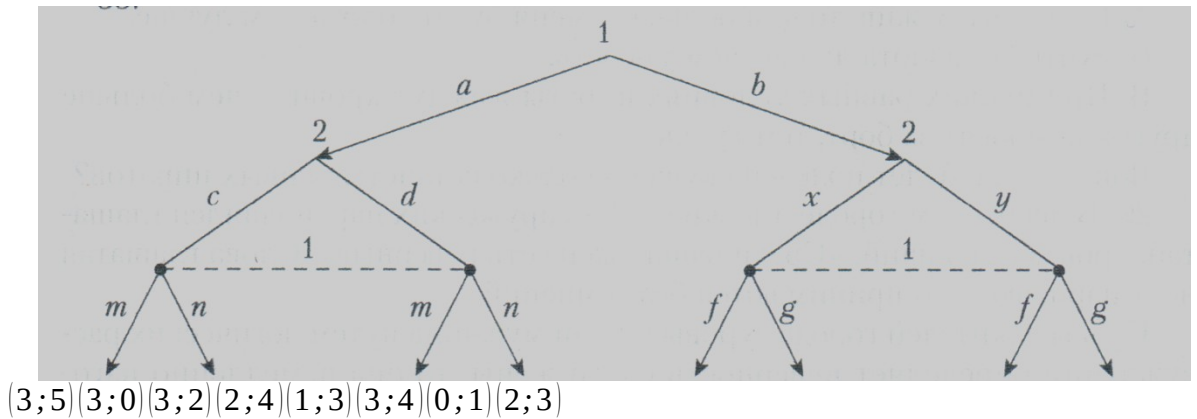
Найти все равновесия по Нэшу.



Найти обратно- индукционные исходы в динамической игре



Представить динамическую игру в нормальной форме, найти все равновесия Нэша и СПРН



Задана бесконечно повторяемая игра с дисконт – фактором  $G(\infty, \delta)$  с базовой матрицей

$$G = \begin{matrix} & c & d \\ \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} & \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 1 & 6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 10 & 1 \\ 6 & 4 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Сформулировать стратегии жёсткого переключения, при которых игроки будут играть  $bd$  во всех играх. При каких значениях  $\delta$  эти стратегии составляют СПРН?

6. Две фирмы (A и B) производят одинаковую продукцию и одновременно принимают решение о выпуске продукции. (дуополия Курно при неполной информации). Обратная функция спроса на продукцию известна:  $P = 60 - Q$ ;  $Q = q_1 + q_2$  – общий выпуск. Информация в модели симметрична. Предельные издержки первой фирмы равны либо 1, либо 2 с вероятностями 0,4 и 0,6 соответственно. Предельные издержки другой фирмы либо 3, либо 4 с вероятностями 0,3 и 0,7 соответственно. Обоим фирмам известны законы распределения (указанные вероятности). Найти БН - равновесие.

Вариант № 5.

1. Заданы матрицы антагонистической игры

$$\begin{matrix} & d & e & f \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \end{matrix} & \begin{pmatrix} 3 & 2 & 4 \\ 3 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 4 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\begin{array}{c}
 d \ e \ f \ g \\
 a \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{pmatrix} \\
 b \\
 c
 \end{array}$$

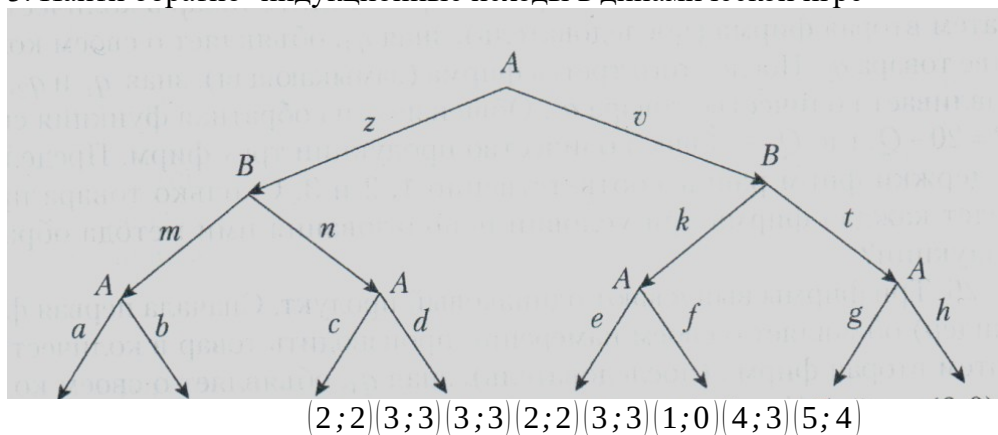
Найти оптимальные стратегии и решения игр.

2. Задана игра в нормальной форме

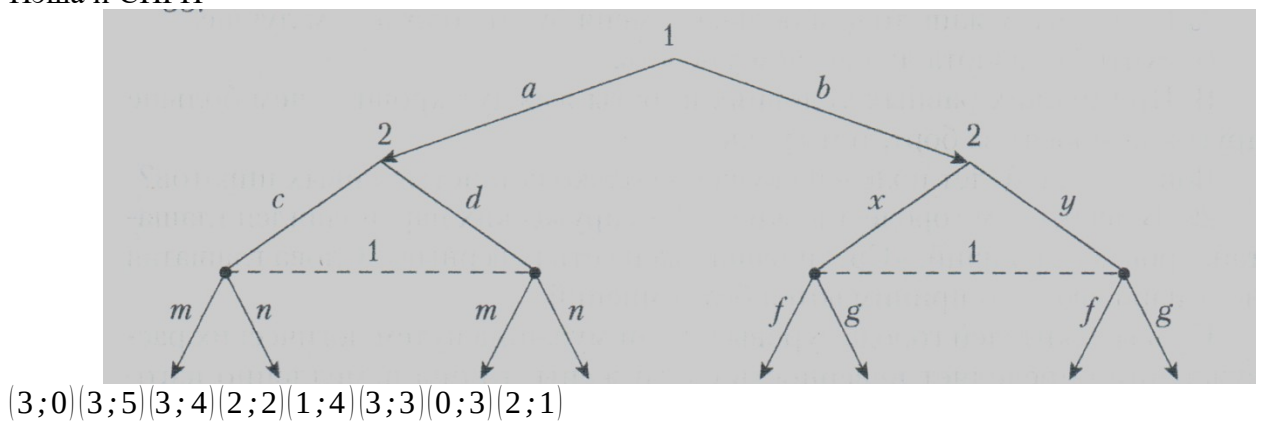
$$\begin{array}{c}
 d \ e \ f \\
 a \begin{pmatrix} (2;3) & (-1;9) & (3;2) \\ (1;8) & (1;1) & (5;3) \\ (1;0) & (1;7) & (4;3) \end{pmatrix} \\
 b \\
 c
 \end{array}$$

Найти все равновесия по Нэшу.

3. Найти обратно- индукционные исходы в динамической игре



4. Представить динамическую игру в нормальной форме, найти все равновесия Нэша и СПРН



5. Задана бесконечно повторяемая игра с дисконт – фактором  $G(\infty, \delta)$  с базовой матрицей

$$\begin{array}{c}
 c \ d \\
 G = \begin{pmatrix} a \begin{pmatrix} (6;4) & (1;6) \\ (10;1) & (5;3) \end{pmatrix} \\ b \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Сформулировать стратегии жёсткого переключения, при которых игроки будут играть  $bd$  во всех играх. При каких значениях  $\delta$  эти стратегии составляют СПРН?

7. Две фирмы (А и В) производят одинаковую продукцию и одновременно принимают решение о выпуске продукции. (дуополия Курно при неполной информации). Обратная функция спроса на продукцию известна:  $P = 50 - Q$ ;  $Q = q_1 + q_2$  – общий выпуск. Информация в модели симметрична. Предельные издержки первой фирмы равны либо 1, либо 2 с вероятностями 0,2 и 0,8 соответственно. Предельные издержки другой фирмы либо 3, либо 4 с вероятностями 0,4 и 0,6 соответственно. Обоим фирмам известны законы распределения (указанные вероятности). Найти БН - равновесие.

### **Типовые оценочные материалы по теме 6**

#### **Типовые вопросы для устного опроса.**

1. Понятие классической кооперативной игры.
2. Простая игра. Выигрывающая коалиция.
3. Понятие дележа.
4. Аксиомы Шепли.
5. Значение Шепли и его интерпретация.
6. С-ядро игры.
7. Переговорное множество.
8. Эквивалентность игр и игра в 0-1 редуцированной форме.
9. Индексы Шепли – Шубика и Банцхафа..

#### **Тесты по теме 6 (примеры)**

1. Как задаётся кооперативная игра?
  - а) задаётся множество игроков и множество выигрышей;
  - б) множеством коалиций и характеристической функцией;
  - в) множеством коалиций и множеством стратегий;
  - г) конечными коалициями и конечными функциями полезности.
2. Как задаётся делёж в кооперативной игре?
  - а) с помощью вектора распределений;
  - б) в виде распределения между игроками;
  - в) в виде вектора, удовлетворяющего условиям групповой и индивидуальной рациональности;
  - г) в виде распределения между коалициями.
3. Какие аксиомы положены Шепли для справедливого дележа?
  - а) рациональность, справедливость, реализуемость;
  - б) симметричность, эффективность, линейность;
  - в) рациональность, эффективность, независимость;
  - г) реализуемость, линейность, справедливость.
4. Что понимается под С-ядром?
  - а) множество всех недоминируемых дележей;
  - б) множество отдельных недоминируемых дележей;
  - в) ) множество всех возможных дележей;
  - г) ) множество всех сбалансированных дележей.
5. Можно ли от любой существенной кооперативной игры перейти к игре в 0-1 редуцированной форме?
  - а) нет;
  - б) да;
  - в) только в специальных случаях.
6. Что характеризуют индексы Шепли – Шубика и Банцхафа?
  - а) делёж в кооперативной игре;
  - б) влияние коалиций при простых, например, голосовательных играх ;
  - в) распределение недоминируемых дележей;
  - г) блокирование решений при дележе.

Ответы: 1б; 2в; 3б; 4а; 5б; 6б.

#### 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Таблица 4.2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ДПК-29	способность использовать основные методы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной информационно-аналитической деятельности	ДПК -29.3	Способность решать прикладные задачи бизнес-моделирования с использованием математических методов и математических моделей

Таблица 4.3

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ДПК -29.3	<p>Решает прикладные задачи бизнес-моделирования с использованием методов теории вероятностей и математической статистики, теории случайных процессов</p> <p>Демонстрирует понимание используемых методов и моделей.</p> <p>Объясняет принятые допущения и ограничения, их влияние на качество бизнес-моделирования</p>	<p>Полное и правильное решение задачи.</p> <p>Дано объяснение полученных результатов, диапазона их использования, указаны ограничения и допущения</p>

Для оценки сформированности компетенций, знаний и умений, соответствующих данным компетенциям, используются контрольные вопросы, а также задачи, при решении которых необходимо построить математические модели.

#### Типовые вопросы, выносимые на зачёт:

1. Неопределённость. Предмет теории игр. Основные формы представления игр
2. Действия, исходы, состояния природы.
3. Предпочтения. Функция полезности.
4. Доминирование и оптимальность по Парето исходов.
5. Нормальная форма представления игры.
6. Расширенная форма представления игры.
7. Антагонистические игры. Матричная форма представления.

8. Чистые и смешанные стратегии. Верхнее и нижнее значение игры.
9. Ситуация равновесия. Оптимальные стратегии.
10. Теоремы о седловой точке.
11. Смешанное расширение игры. Теорема о равновесии в смешанных стратегиях
12. Решение игры 2x2.
13. Решение игры 2х1. Существенные стратегии.
14. Доминирование стратегий.
15. Игры с противоположными интересами. Биматричные игры.
16. Равновесие по Нэшу, равновесная стратегия.
17. Сопоставление свойств антагонистических и биматричных игр.
18. Равновесие Нэша и оптимальность по Парето.
19. Дуополия Курно.
- 20.. Смешанное расширение бескоалиционной игры.
21. Равновесие в совместных смешанных стратегиях
22. Определение позиционной игры.
23. Динамические игры с полной и совершенной информацией.
24. Обратная индукция и конечные игры с совершенной информацией.
- 25 Дуополия Штакельберга.
26. Информационные множества в динамических играх.
- 27 Совершенные подыгровые равновесия Нэша.
28. Нормализация динамических игр.
29. Повторяемые игры.
30. Стратегии переключения.
31. Байесовы игры.
32. Равновесие Байеса – Нэша.
33. Дуополия Курно при неполной информации.
34. . Совершенное байесово равновесие.
35. Разделяющие равновесия Байеса – Нэша.
36. Система представлений в динамических играх с несовершенной информацией.
37. . Аукционы.
38. Последовательное равновесие.
39. Сигнальные игры.
40. Кооперативные игры. Делёж, С-ядро.

#### **Шкала оценивания.**

Оценка результатов производится на основе балльно-рейтинговой системы (БРС). Использование БРС осуществляется в соответствии с приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов». БРС по дисциплине отражена в схеме расчетов рейтинговых баллов (далее – схема расчетов). Схема расчетов сформирована в соответствии с учебным планом направления, согласована с руководителем научно-образовательного направления, утверждена деканом факультета. Схема расчетов доводится до сведения студентов на первом занятии по данной дисциплине и является составной частью рабочей программы дисциплины и содержит информацию по изучению дисциплины, указанную в Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС.

На основании п. 14 Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС в институте принята следующая шкала перевода оценки из многобалльной системы в пятибалльную:

Таблица 4.4

Количество баллов	Оценка	
	прописью	буквой

96-100	отлично	А
86-95	отлично	В
71-85	хорошо	С
61-70	хорошо	Д
51-60	удовлетворительно	Е

Шкала перевода оценки из многобалльной в систему «зачтено»/ «не зачтено»:

Таблица 4.5

от 0 до 50 баллов	«не зачтено»
от 51 до 100 баллов	«зачтено»

Примечание: если дисциплина изучается в течение нескольких семестров, схема расчета приводится для каждого из них.

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды аудиторных занятий: лекции, практические занятия, контрольные работы. На лекциях рассматриваются наиболее сложный материал дисциплины. Лекция сопровождается презентациями, компьютерными текстами лекции, что позволяет студенту самостоятельно работать над повторением и закреплением лекционного материала. Для этого студенту должно быть предоставлено право самостоятельно работать в компьютерных классах в сети Интернет.

Практические занятия предназначены для самостоятельной работы студентов по решению конкретных задач дискретно математики. Ряд практических занятий проводится в компьютерных классах с использованием Excel. Каждое практическое занятие сопровождается домашними заданиями, выдаваемыми студентам для решения внеаудиторное время. Для оказания помощи в решении задач имеются тексты практических заданий с условиями задач и вариантами их решения.

С целью контроля сформированности компетенций разработан фонд контрольных заданий. Его использование позволяет реализовать балльно-рейтинговую оценку, определенную приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов».

Для активизации работы студентов во время контактной работы с преподавателем отдельные занятия проводятся в интерактивной форме. В основном, интерактивная форма занятий обеспечивается при проведении занятий в компьютерном классе. Интерактивная форма обеспечивается наличием разработанных файлов с заданиями, наличием контрольных вопросов, возможностью доступа к системе дистанционного обучения, а также к тестеру.

Для работы с печатными и электронными ресурсами СЗИУ имеется возможность доступа к электронным ресурсам. Организация работы студентов с электронной библиотекой указана на сайте института (странице сайта – «Научная библиотека»).

### **Контрольные вопросы для подготовки к занятиям**

Таблица 5

--	--	--

№ п/п	Наименование темы или раздела дисциплины (модуля)	Контрольные вопросы для самопроверки
1	<u>Тема 1</u> Основные типы неопределённости. Классификация	Неопределённости, обусловленные природой и действиями участников Понятие игровой ситуации. Конфликт. Профиль стратегий Функции выигрыша Способы задания игр. Классификация игр и формы записи
2	<u>Тема 2.</u> Статические игры с полной информацией.	Что понимают под чистыми и смешанными стратегиями? Доминирующие и недоминируемые стратегии. Игра двух участников с противоположными интересами. Максиминные и минимаксные стратегии. Верхнее и нижнее значение игры. Цена игры, седловая точка. Смешанное расширение для антагонистической матричной игры. В чём суть графо-аналитического решения матричных игр $2 \times n$ и $m \times 2$ ? Биматричные игры и равновесие Нэша. Парето-оптимальность в биматричной игре. Дуополия Курно.
3	<u>Тема 3.</u> Динамические игры с полной информацией	Позиционная (расширенная) форма игры. Информационные множества. Динамические игры с полной и совершенной информацией. Принцип обратной индукции. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Нормализация динамической игры. Равновесие Нэша динамической игры. Совершенное подыгровое равновесие Нэша. Повторяемые игры и стратегии переключения. Модель дуополии Штакельберга
4	<u>Тема 4.</u> Статические игры с неполной информацией.	Что понимают под системой представлений в статических играх? Типы игроков. Понятие байесовой игры. Разделяющие и объединяющие стратегии в байесовой игре. БН- равновесие.
5	<u>Тема 5.</u> Динамические игры с неполной информацией	Система представлений в динамических играх с несовершенной информацией

	ей	Понятие совершенного байесова равновесия. Принцип последовательной рациональности. Слабое совершенное байесово равновесие. Последовательное равновесие. Понятие сигнальной игры. Ведущий и получатель сигнала. Стратегии в сигнальной игре. Сигнальные требования. Совершенное байесово равновесие в сигнальной игре
6	<u>Тема 6.</u> Кооперативные игры	Понятие классической кооперативной игры. Простая игра. Выигрывающая коалиция. Понятие дележа. Аксиомы Шепли. Значение Шепли и его интерпретация. С-ядро игры. Переговорное множество. Эквивалентность игр и игра в 0-1 редуцированной форме. Индексы Шепли – Шубика и Банцхафа

## **6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Основная литература.**

1. Захаров А.В. Теория игр в общественных науках, М., ИД ВШЭ, 2013
2. Колокольцов В.Н., Малафеев О.А. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации, СПб, «Лань», 2012
3. Мазалов В.В. Математическая теория игр и её приложения. СПб., «Лань», 2016
4. Петросян Л.А. Теория игр, СПб, БХВ, 2014  
 Все источники основной литературы взаимозаменяемы

### 6.2 Дополнительная литература.

1. Невежин В.П. Теория игр: примеры и решения, М., «Форум». 2012
2. Благодатских А.И., Петров Н.Н. Сборник задач и упражнений по теории игр. СПб., «Лань», 2014
3. Печерский С.Л., Беляева А.А. Теория игр для экономистов, СПб., изд. Евр. ун-т, 2001
4. Шагин В.Л. Теория игр, М., «Юрайт», 2015

### **6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Положение об организации самостоятельной работы студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рос-



сийская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211);

Положение о курсовой работе (проекте) выполняемой студентами федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211)

6.4. Нормативные правовые документы.

Не используются

#### **6.5. Интернет-ресурсы.**

СЗИУ располагает доступом через сайт научной библиотеки <http://nwapa.spb.ru> к следующим подписным электронным ресурсам:

##### **Русскоязычные ресурсы**

- Электронные учебники электронно - библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно – библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Научно-практические статьи по финансам и менеджменту Издательского дома «Библиотека Гребенникова»
- Статьи из периодических изданий по общественным и гуманитарным наукам «Ист - Вью»
- Информационно-правовые базы - Консультант плюс, Гарант.

##### **Англоязычные ресурсы**

- EBSCO Publishing - доступ к мультидисциплинарным полнотекстовым базам данных различных мировых издательств по бизнесу, экономике, финансам, бухгалтерскому учету, гуманитарным и естественным областям знаний, рефератам и полным текстам публикаций из научных и научно-популярных журналов.
- Emerald- крупнейшее мировое издательство, специализирующееся на электронных журналах и базах данных по экономике и менеджменту. Имеет статус основного источника профессиональной информации для преподавателей, исследователей и специалистов в области менеджмента.

Возможно использование, кроме вышеперечисленных ресурсов, и других электронных ресурсов сети Интернет.

#### **6.6. Иные источники.**

Не используются.

### **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Все практические занятия проводятся в компьютерном классе. Учебная дисциплина включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций. Для формирования навыков использования систем имитационного моделирования используются системы имитационного моделирования AnyLogic, GPSSworld.

Методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов).

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).

Система дистанционного обучения Moodle.

№ п/п	Наименование
1.	Компьютерные классы с персональными ЭВМ, объединенными в локальные сети с выходом в Интернет
2.	ПО Microsoft Office
3.	Мультимедийные средства в каждом компьютерном классе и в лекционной аудитории
4.	Системы имитационного моделирования AnyLogic, GPSSworld
5.	Браузер, сетевые коммуникационные средства для выхода в Интернет
6.	Облачные технологии Elma365, Promise