

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики и физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ИГР И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

Б1.В.05

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
01.03.02 Прикладная математика и информатика**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ
Инженерия программного обеспечения**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения.....	4
3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.....	6
4.3. Лабораторные работы.....	7
4.4. Семинары/ практические занятия.....	7
4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	7
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	9
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	10
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ	10
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	20
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	22
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	28
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	29
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине	30

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является: ознакомление обучающихся с математическими основами теории игр и исследования операций, обучение основам принятия решений в различных областях деятельности.

Задачи дисциплины

- обучение методам формализованного представления знаний и реализации выводов для последующей выработки и принятия человеком вариантов принимаемого решения;
- формирование умения и навыков самостоятельного исследования и решения различного рода задач путем применения средств функционального исследования операций совместно с другими видами программного обеспечения;
- формирование и развитие умений и навыков, позволяющих применять современные математические методы и программное обеспечение для решения задач науки и техники.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	знать: - основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций уметь: – формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей владеть: - основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности.
ОПК-2	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	знать: - современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; уметь: – применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; владеть: - методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации.

ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	знать: – способы сбора и обработки информации различных источников; уметь: – применять аппарат теории игр для обработки данных; владеть: – методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	знать: - проблемы современной математики и основные направления её развития ; уметь: - понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач владеть: – аналитическими и графическими методами решения задач теории игр.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.О5 Теория игр и исследование операций относится к базовой части.

Дисциплина Теория игр и исследование операций базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Алгебра и геометрия, Теория вероятностей и математическая статистика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Теория игр и исследование операций представляет основу для изучения дисциплины Экспертные системы.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	108	51	17	-	34	57	кр	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	14	51
Лекции (Лк)	17	6	17
Практические занятия (ПЗ)	34	8	34
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к практическим занятиям	20	-	20
Подготовка к зачету	30	-	30
Выполнение контрольной работы	7	-	7
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	108	-	108
	3	-	3,0

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятель- ная работа обучаю- щихся*
			лекции	практиче- ские занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Игры с нулевой суммой	58	10	18	30
1.1.	Основы теории исследования операций.	13	2	4	7
1.2.	Матричные игры с нулевой суммой.	12	2	4	6
1.3.	Отыскание смешанных	15	2	4	9

	стратегий				
1.4.	Сведение игры к задаче линейного программирования	18	4	6	8
2.	Игры с природой	25	3	8	14
2.1	Критерии выбора выигрышных стратегий	13	2	4	7
2.2	Принятие решений в условиях учета данных прогноза	12	1	4	7
3.	Биматричные игры	25	4	8	13
3.1.	Некооперативные игры	13	2	4	7
3.2.	Кооперативные игры	12	2	4	6
	ИТОГО	108	17	34	57

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Игры с нулевой суммой		
1.1.	Основы теории исследования операций	Исследование операций. Основные определения. Этапы исследования операций.	-
1.2.	Матричные игры с нулевой суммой	Матрица игры. Матричные игры с нулевой суммой. Нижняя и верхняя цена игры. Точка равновесия.	Проблемная лекция (2 час)
1.3.	Отыскание смешанных стратегий	Чистые и смешанные стратегии. Графическое решение задач на отыскание смешанных стратегий. Дублирование и доминирование стратегий.	Проблемная лекция (1 час)
1.4.	Сведение игры к задаче линейного программирования	Постановка двойственной задачи линейного программирования. Решение двойственной задачи линейного программирования.	Проблемная лекция (1 час)
2.	Игры с природой		
2.1	Критерии выбора выигрышных стратегий	Матрица рисков. Критерий Сэвиджа. Критерий Вальда. Критерий Лапласа. Критерий Бернулли. Критерий Гурвица.	Проблемная лекция (1 час)
2.2	Принятие решений в условиях учета данных прогноза	Критерий Ходжа-Лемана. Расчет эффективности прогноза.	-
3.	Биматричные игры		
3.1.	Некооперативные игры	Конфликтные ситуации с ненулевой суммой. Решение биматричной некооперативной игры.	Проблемная лекция(1 час)
3.2.	Кооперативные игры	Определение кооперативной игры. Множество Парето. Арбитражная схема Нэша.	-

4.3. Лабораторные работы

учебным планом не предусмотрено

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Матричные игры с нулевой суммой	18	Тренинг в малой группе (4час.)
2	2.	Игры с природой	8	Тренинг в малой группе (2 час.)
3	3.	Биматричные игры	8	Тренинг в малой группе (2 час.)
ИТОГО			34	8

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Контрольная работа выполняется как индивидуальное домашнее задание. Зачтенные работы оформляются и включаются в портфолио обучающегося.

Цель: Проверить навыки решения задач из области матричных игр и игр с природой.

Структура:

Задача 1. Простая матричная игра с нулевой суммой;

Задача 2. Сведение игры к задаче линейного программирования

Задача 3. Игра с природой;

Основная тематика: парные игры, игры с природой.

Рекомендуемый объем: 3 задания.

Выдача задания, прием кр и защита проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
отлично	Верное выполнение всех заданий с подробным пояснением их решения.
хорошо	Выполнение всех заданий с незначительными ошибками или с неточностями в пояснениях.
удовлетворительно	Выполнение части заданий (не менее половины) с 2-3 грубыми ошибками или недоведением решения до конца. Отказ в пояснении части выполненных заданий.
неудовлетворительно	Выполнение менее половины всех заданий. Или выполнение более 50% заданий, но с большим количеством (более 3) грубых ошибок.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>				<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>		<i>ПК</i>					
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Игры с нулевой суммой	58	+	-	+	-	2	29	Лк, ПЗ	Зачет, кр
2. Игры с природой	25	-	+	-	-	1	25	Лк, ПЗ	Зачет, кр
3. Биматричные игры	25	-	-	-	+	1	25	Лк, ПЗ	Зачет, кр
<i>всего часов</i>	108	29	25	29	25	4	27		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ларионова, О. Г. Исследование операций. Элементы теории игр : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013. - 98 с. Рекомендации к самостоятельной работе: стр 12-95;

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Ларионова, О. Г. Исследование операций. Элементы теории игр : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013. - 98 с. .	Лк, ПЗ, кр	44	1
2.	Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 256 с.	Лк, СР	31	1
Дополнительная литература				
3.	Васильева, С. А. Методы принятия управленческих решений : методические указания к практическим занятиям и контрольной работе / С. А. Васильева, Е. Д. Слепенко. - Братск : БрГУ, 2014. - 43 с.	ПЗ, кр	25	1,0

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» , НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающийся должен разработать собственный режим равномерного освоения дисциплины. Подготовка студента к предстоящей лекции включает в себя ряд важных познавательных-практических этапов:

- чтение записей, сделанных в процессе слушания и конспектирования предыдущей лекции, вынесение на поля всего, что требуется при дальнейшей работе с конспектом и учебником;
- техническое оформление записей (подчеркивание, выделение главного, выводов, доказательств);
- выполнение практических заданий преподавателя;
- знакомство с материалом предстоящей лекции по учебнику и дополнительной литературе.

Наиболее продуктивной является самостоятельная работа. Она складывается из чтения учебников и методических пособий, решения задач, выполнения контрольных заданий. Обучающийся должен помнить, что только при систематической и упорной самостоятельной работе можно качественно освоить учебный материал.

В процессе изучения дисциплины обучающийся должен выполнить контрольную работу, основной целью которых является оказание помощи обучающемуся в его самостоятельной работе.

Завершающим этапом изучения данной дисциплины в соответствии с учебным планом является сдача зачета. На зачете обучающийся должен: проявить умение применять теоретические сведения к решению задач на отыскание оптимальных игровых стратегий; знание теоретических основ курса на уровне определений, теорем, формул; умение выбирать методы анализа игровых ситуаций и оценки выбранных решений.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие №1

Матричные игры с нулевой суммой.

Цель работы:

Освоить этапы исследования операций. Научиться строить модели ситуаций принятия решения и решать простейшие матричные игры .

Задание:

Два предприятия являются основными поставщиками хлебобулочных изделий в городе, поэтому полностью определяют рыночную политику по этому виду товара.

Каждое из предприятий имеет возможность производить продукцию из трёх различных видов теста: дрожжевого, слоеного и заварного. В зависимости от вида теста, предприятия могут установить цену единицы продукции на уровне 10, 6 и 2 денежных единиц соответственно. При этом предприятия имеют различные затраты на производство единицы продукции, от чего зависит ее себестоимость (Таблица А).

Таблица А

Затраты на единицу продукции, произведенной на предприятиях региона (д.е.).

Вид теста	Цена реализации единицы продукции, д.е.	Полная себестоимость единицы продукции, д.е.	
		Предпр. 1	Предпр. 2
Дрожжевое	10	5	8
Слоеное	6	3	4
Заварное	2	1,5	1

В результате маркетингового исследования рынка продукции региона была определена функция спроса на продукцию

$$S = 6 - 0,5X, \quad (1)$$

где - S – количество продукции, которое приобретёт население региона (тыс. ед.),

- X – средняя цена продукции предприятий (д.е.).

Значения долей продукции предприятия 1, приобретенной населением, зависят от соотношения цен на продукцию предприятия 1 и предприятия 2. В результате маркетингового исследования эта зависимость установлена и значения вычислены (Таблица Б).

Решение

1) Составим математическую модель игры

Так как на рынке города действует только два предприятия, то долю продукции второго предприятия, приобретённой населением, можно легко вычислить самостоятельно, приняв всю проданную продукцию за единицу.

Таблица Б - Доля продукции предприятия 1, приобретаемой населением в зависимости от соотношения цен на продукцию

<i>Цена реализации 1 ед. продукции, д.е.</i>		<i>Доля продукции предпр. 1, купленной населением</i>
<i>Предпр. 1</i>	<i>Предпр. 2</i>	
10	10	0,31
10	6	0,33
10	2	0,18
6	10	0,7
6	6	0,3
6	2	0,2
2	10	0,92
2	6	0,85
2	2	0,72

2) Стратегиями предприятий в данной задаче являются их решения относительно выбора вида теста для выпечки (или, соответственно, цены на продукцию – 10, 6 или 2 денежных единицы). Эти стратегии определяют себестоимость и цену реализации единицы продукции.

Требуется составить платежную матрицу для первого предприятия.

3) В платежной матрице обозначить в качестве стратегий решения предприятия о технологиях производства продукции - Д(10), С(6) и З(2).

Если i – стратегия, выбранная первым предприятием, j - стратегия, выбранная вторым предприятием, то элементы матрицы - значения разницы прибыли предприятий, определяются по формуле :

$$D_{ij} = S_{ij} (p_{ij} \cdot (R_{i1} - C_{i1}) - (1 - p_{ij}) \cdot (R_{j2} - C_{j2})),$$

где

- S_{ij} – количество продукции, приобретаемой населением региона вычисляется по формуле (1) (Для удобства составьте еще одну таблицу);

- p_{ij} - доля продукции предприятия 1, приобретаемой населением региона (таблица Б);

- R_i^1 и R_j^2 - цены реализации единицы продукции предприятиями 1 и 2 (таблица А);

- C_i^1 и C_j^2 – полная себестоимость единицы продукции, произведённой на предприятиях 1 и 2 (таблица А).

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подготовке к зачету и контрольной работы

Задания для самостоятельной работы:

1. Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс. руб., а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. руб. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. руб. прибыли и 10 тыс. руб. убытков - при неблагоприятных внешних условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести эксперт, обошлось фирме в 15 тыс. руб. Эксперт считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении благоприятные условия ожидаются лишь с вероятностью 0,8. При отрицательном заключении с вероятностью 0,15 рынок также может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию.

2. Составьте платежную матрицу игры борьба за рынки, если фирма А имеет в своем распоряжении a условных денежных единиц, а противник - b . $a=3,4,5,6,7,8,9,10$; соответствующие $b=2,3,4,5,6,7,8,9$.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

1. Ларионова, О. Г.
Исследование операций. Игры с нулевой суммой : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013.

Дополнительная литература

2. Васильева, С. А. Методы принятия управленческих решений : методические указания к практическим занятиям и контрольной работе / С. А. Васильева, Е. Д. Слепенко. - Братск : БрГУ, 2014.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные задачи исследования операций
2. Дайте определение целевой функции.
3. Что такое платежная матрица?

Практическое занятие № 2

Игры с природой

Цель работы: Изучить математические модели принятия решений в условиях неопределенности. Научиться применять различные критерии для игр с природой

Задание:

Пример 1. (Планирование посевов). Фермер, имеющий ограниченный участок земельных угодий, может его засадить тремя различными культурами A_1, A_2, A_3 . Урожай этих культур зависит главным образом от погоды ("природы"), которая может находиться в трёх различных состояниях: B_1, B_2, B_3 . Фермер имеет информацию (статистические данные) о средней урожайности этих культур (количество центнеров культуры, получаемого в одного гектара земли) при трёх различных состояниях погоды, которая отражена в таблице:

	Е иды культур	Возможные состояния погоды			П ены
		Засуха В ₁	Норма льная В ₂	Дождл ивая В ₃	
1	A	20	15	10	5
2	A	7	15	5	7
3	A	0	5	10	1 0

Тогда матрица доходов (платёжная матрица) фермера А имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} 100 & 75 & 50 \\ 49 & 105 & 35 \\ 0 & 50 & 100 \end{pmatrix}$$

Элемент матрицы А - (a_{ij}) показывает, какой доход может получить фермер с одного гектара земли, если он посеет культуру i ($i=1, 2, 3$), а погода будет находиться в состоянии j ($j = 1, 2, 3$).

Необходимо определить пропорции, в которых фермер должен засеять имеющийся участок земли, чтобы получить максимальный гарантированный доход вне зависимости от того, какие погодные условия будут реализованы.

Данная задача может быть сведена к антагонистической игре. В данном случае в качестве первого игрока выступает фермер, а в качестве второго игрока - природа. Будем предполагать, что природа, как игрок, может вести себя таким образом, чтобы максимально навредить фермеру, преследуя тем самым противоположные интересы (эти предположения позволяют оценить тот доход, который он может получить в том случае, если погодные условия будут для него максимально неблагоприятными). В этом случае фермер имеет в своём распоряжении три чистые стратегии:

- первая чистая стратегия предполагает, что весь участок земли буде засеян культурой А₁;
- вторая чистая стратегия предполагает, что весь участок земли будет засеян культурой А₂;
- третья чистая стратегия предполагает, что весь участок будет засеян культурой А₃.

Как игрок, природа может также использовать три возможные стратегии:

- засушливую погоду, которая соответствует первой чистой стратегии В₁;
- нормальную погоду, которая соответствует второй чистой стратегии В₂;
- дождливую погоду, которая соответствует третьей чистой стратегии В₃.

Решение

1. Проанализируем платёжную матрицу А.

$$A = \begin{pmatrix} 100 & 75 & 50 \\ 49 & 105 & 35 \\ 0 & 50 & 100 \end{pmatrix}$$

Матрица А не имеет доминируемых стратегий и не может быть упрощена.

2. Проверим, имеет ли данная игра седловую точку.

Найдём нижнюю и верхнюю цену игры:

$$V^* = \max_i \min_j a_{ij} = 50.$$

$$V^* = \min_j \max_i a_{ij} = 100.$$

Поскольку $V^* \neq V^*$, то данная антагонистическая игра не имеет седловой точки и решения в чистых стратегиях.

3. Решение игры следует искать в смешанных стратегиях. Сведём игровую задачу к задаче линейного программирования. Если первый игрок - фермер - применяет свою оптимальную смешанную стратегию P^* , а второй игрок - природа - применяет

последовательно свои чистые стратегии, то математическое ожидание дохода, который фермер может получить со своего участка, будет не меньше цены игры V .

Следовательно, должна выполняться следующая система неравенств:

$$\begin{cases} 100p_1^* + 49p_2^* + 0p_3^* \geq V \\ 75p_1^* + 105p_2^* + 50p_3^* \geq V \\ 50p_1^* + 35p_2^* + 100p_3^* \geq V \end{cases}$$

Разделим каждое из неравенств, входящих в систему на V и введём новые переменные:

$$y_1 = \frac{p_1^*}{V}, \quad y_2 = \frac{p_2^*}{V}, \quad y_3 = \frac{p_3^*}{V}.$$

В результате получим новую систему неравенств:

$$\begin{cases} 100y_1 + 49y_2 + 0y_3 \geq 1 \\ 75y_1 + 105y_2 + 50y_3 \geq 1 \\ 50y_1 + 35y_2 + 100y_3 \geq 1 \end{cases}$$

Разделим равенство:

$$y_1 + y_2 + y_3 = 1/V$$

на V , получим, что новые переменные y_1, y_2, y_3 удовлетворяют условию:

$$y_1 + y_2 + y_3 = 1/V$$

Поскольку цель первого игрока - максимизация его выигрыша, а математическое ожидание его выигрыша не меньше цены игры, то первый игрок будет стремиться максимизировать цену игры, которая эквивалентна минимизации величины $1/V$.

Итак, для первого игрока (фермера) задача об определении оптимальной стратегии поведения свелась к задаче линейного программирования:

найти минимум функции $F = y_1 + y_2 + y_3$

при следующих функциональных ограничениях:

$$\begin{cases} 100y_1 + 49y_2 + 0y_3 \geq 1 \\ 75y_1 + 105y_2 + 50y_3 \geq 1 \\ 50y_1 + 35y_2 + 100y_3 \geq 1 \end{cases}$$

и прямых ограничениях:

$$y_1 \geq 0, \quad y_2 \geq 0, \quad y_3 \geq 0$$

Переходим ко второму игроку, к природе. Если второй игрок - природа - будет применять свою оптимальную смешанную стратегию Q^* , а первый игрок - фермер будет последовательно применять свои чистые стратегии, то математическое ожидание проигрыша второго игрока будет не больше цены игры. Следовательно, должна выполняться следующая система неравенств:

$$\begin{cases} 100q_1^* + 75q_2^* + 50q_3^* \leq V \\ 49q_1^* + 105q_2^* + 35q_3^* \leq V \\ 0q_1^* + 50q_2^* + 100q_3^* \leq V \end{cases}$$

Разделим каждое из неравенств, входящих в систему на V и введём новые переменные:

$$x_1 = \frac{q_1^*}{V}, \quad x_2 = \frac{q_2^*}{V}, \quad x_3 = \frac{q_3^*}{V}.$$

В результате получим новую систему неравенств:

$$\begin{cases} 100x_1 + 75x_2 + 50x_3 \leq 1 \\ 49x_1 + 105x_2 + 35x_3 \leq 1 \\ 0x_1 + 50x_2 + 100x_3 \leq 1 \end{cases}$$

Разделим равенство:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1/V$$

на V , получим, что новые переменные x_1, x_2, x_3 удовлетворяют условию:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1/V$$

Поскольку цель второго игрока - природы - минимизация его проигрыша, а математическое ожидание его проигрыша не больше цены игры, то второй игрок будет

1. Телефонная компания должна определить уровень своих возможностей по предоставлению услуг так, чтобы удовлетворить спрос своих клиентов на планируемый период.

Для каждого уровня спроса существуют различные уровни возможностей телефонной компании (например, при вводе нового тарифа). Имеются четыре варианта спроса на телефонные услуги, что равнозначно наличию четырёх состояний природы. Известны также четыре варианта предоставления телефонных услуг. Прибыль для каждого сочетания «управленческое решение – состояние природы» приведена в таблице.

	B1	B2	B3	B4
A1	23	20	12	8
A2	21	22	5	10
A3	12	14	9	12
A4	22	9	10	7

Определите оптимальную стратегию компании

2. При работе сети предприятия необходимо периодически проводить проверку на вредоносные программы. Установка антивирусных программ и продление их лицензии требует определенных издержек, проведение проверок - тоже. У сетевого администратора есть три стратегии:

S1 – установить дорогую версию антивирусной программы за 250 у.е

S2 – установить «облегченную» версию той же программы за 150 у.е. Увы, эта версия ловит не все вирусы. S3 – ничего не устанавливать.

У природы тоже есть 3 состояния:

P1 – вредоносных программ нет;

P2 – имеются вредоносные программы, которые легко обнаруживаются обеими версиями антивируса. В случае их появления, издержки на лечение составляют 50 у.е. если антивирус установлен и 120 у.е, если нет;

P3 – сеть серьезно поражена вирусом, который обнаруживается только дорогой версией. В случае обнаружения издержки на лечение составляют 70 у.е, если вирус не будет вовремя обнаружен, он нанесет убыток предприятию в 300 у.е

Составить матрицу игры и найти оптимальные стратегии.

3. Предприятие легкой промышленности, занимающееся выпуском женских вечерних платьев и мужских костюмов, реализует свою продукцию через фирменный магазин. Сбыт продукции зависит от состояния погоды. По данным прошлых наблюдений предприятие в течение апреля -- мая в условиях теплой погоды может реализовать 600 костюмов и 1975 платьев, а при прохладной погоде -- 1000 костюмов и 625 платьев. Известно, что затраты на единицу продукции в течение указанных месяцев составили для костюмов 27 у.е., для платьев 8 у.е., а цена реализации равна соответственно 48 у.е. и 16 у.е. Задача заключается в максимизации средней величины прибыли от реализации выпущенной продукции с учетом неопределенности погоды в рассматриваемые месяцы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

Ларионова, О. Г.

Исследование операций. Игры с нулевой суммой : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013.

Дополнительная литература

Васильева, С. А. Методы принятия управленческих решений : методические указания к практическим занятиям и контрольной работе / С. А. Васильева, Е. Д. Слепенко. - Братск : БрГУ, 2014.

Практическое занятие №3

Биматричные игры

Цель работы: Изучить математические модели принятия решений для парных игр. Научиться находить решение игры в условиях возможности договора. Освоить метод поиска точки равновесия для некооперативных игр.

Задание:

Конкурс на реализацию проекта. Две фирмы участвуют в конкурсе на реализацию проекта, причем доход от реализации проекта составит 10 у.е. Каждая фирма может либо подать простую заявку на участие в конкурсе (затраты равны 1 у.е.), либо представить программу реализации проекта (затраты составят 3 у.е.). По условиям конкурса, если обе фирмы выбирают одинаковый способ подачи заявки, то заказ (и доход) на реализацию проекта делится между ними пополам. Если же фирмы выбирают различные способы действий, то предпочтение отдается фирме, которая представит программу. Требуется разрешить эту конфликтную ситуацию. Решение. Представим описанную конфликтную ситуацию в виде биматричной игры. Игроками А и В здесь выступают фирмы, стратегия А(1В)1 — подача заявки на участие в конкурсе, стратегия А(2В)2 — представление программы действий.

Количественно выигрыши игроков можно выразить следующим образом:

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -1 \\ 7 & 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & 7 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$$

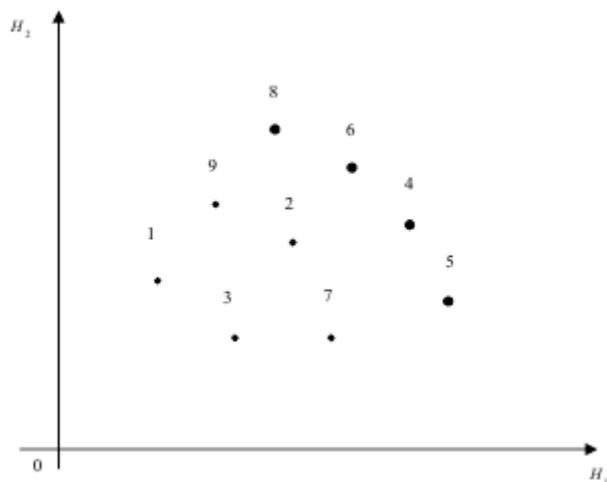
Решив эту игру, найдем единственную равновесную ситуацию $p=q=0$, или $\{A,2B\}2$ $H_1(0,0)=H_2(0,0)=2$

В этом случае каждая фирма получает прибыль, равную 2 у.е. Для этого обе фирмы должны представить программу действий и поделить пополам доход от реализации проекта. Ни одному из этих игроков невыгодно отклоняться от этой стратегии, так как это может только уменьшить его выигрыш. Но если игроки одновременно отклоняются от оптимальной (равновесной по Нэшу) стратегии, то возникает ситуация $\{A,1B\}1$, которая очевидно является более выгодной для обоих из них с выигрышем $(1,H_1)=H_1(1,2)=4$. Однако переход к этой ситуации возможен только как результат договора между игроками, что осуществимо лишь при создании коалиции этих игроков. Объединение игроков в коалицию требует как минимум возможности обмена информацией между ними. Если же игроки не могут обмениваться информацией, то каждый из них будет опасаться менять выбранную им чистую стратегию А(2В)2 на стратегию А(1В)1, так как это приводит к уменьшению выигрыша отклонившегося игрока. Рассмотренный пример демонстрирует важную особенность биматричных игр — возможность наличия противоречия между выгодностью и устойчивостью (положением равновесия). Действительно, ситуация $\{A,2B\}2$ является устойчивой, но невыгодной; а ситуация $\{A,1B\}1$ — выгодной, но неустойчивой.

Поэтому, если игроки заключают между собой договор — обоим придерживаться стратегии $\{A,1B\}1$, то этот договор будет находиться

70 под угрозой нарушения, так как каждому игроку выгодно его одностороннее нарушение. При исследовании кооперативного аспекта в теории игр внимание обращается, как правило, не на ситуации игры, а на ее исходы. В соответствии с этим в основе оптимальности лежит идея выгоды. Проанализируем, как может реализовываться идея выгоды в рамках неантагонистической игры двух лиц. Пусть

A_i — множество стратегий первого игрока, а B_j — множество стратегий второго игрока. Если игроки образуют коалицию, то они могут создавать любую ситуацию $\{A, iB\}_j$, и, таким образом, реализовать любой исход игры. Возникает вопрос, какой исход игры следует считать в этом случае наиболее выгодным для коалиции, то есть оптимальным для нее. Так, в рамках № 3.4 игроки, объединившись в коалицию, предпочтут исход $\{A, 1B\}_1$ исходу $\{A, 2B\}_2$, однако исходы $\{A, 1B\}_2$ и $\{A, 2B\}_1$ также являются «кандидатами» на оптимальность. В общем случае для биматричной игры рассмотрение вопроса о ее оптимальности с точки зрения коалиции удобно представить в геометрической форме. На координатной плоскости (H_1, H_2) изобразим точки, координатами которых являются выигрыши игроков $(i a_j, i b_j)$ для каждой возможной ситуации $\{A, iB\}_j$.

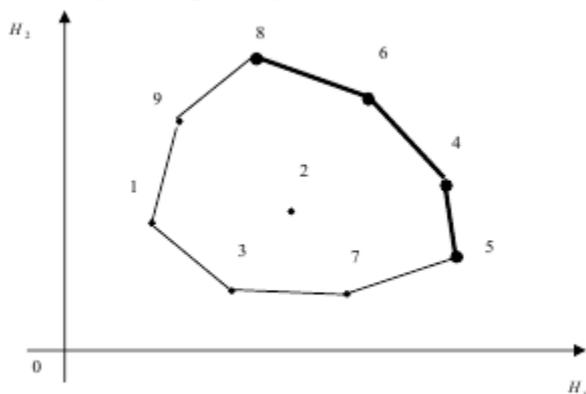


При этом возникает «картинка», похожая на ту, что изображена на рисунке. Так как коалиция может выбирать любой из представленных девяти исходов, то фактически получается задача двухкритериальной оптимизации, где первый игрок стремится максимизировать критерий H_1 , а второй — критерий H_2 . Анализ такой многокритериальной задачи можно провести в два этапа. На первом этапе мы проводим мажорирование (доминирование) стратегий по Парето. Отбрасывая исходы, доминируемые по Парето, получаем множество Парето-оптимальных исходов $\{4, 5, 6, 8\}$. Выбор оптимального исхода следует производить из множества Парето-оптимальных исходов. На втором этапе необходимо решить вопрос — какое из Парето-оптимальных решений следует считать оптимальным. На первом этапе игроки выступают как союзники, так как этот шаг выгоден обоим из них. Однако на втором этапе, при сравнении любых двух Парето-оптимальных решений, игроки из союзников превращаются в противников: так как увеличение выигрыша одного из них влечет за собой уменьшение выигрыша другого. Для решения задачи нахождения оптимального исхода в кооперативной игре сделаем еще одно допущение: возможно использование не только чистых, но и смешанных стратегий. 1 3 9 2 7 8 6 4 5 0 1 H 2 H

72

С геометрической точки зрения, это означает, что множество исходов биматричной игры превращается в многоугольник D , вершинами которого будут точки $(i a_j, i b_j)$. При этом исходы, оптимальные по Парето, образуют «северо-

восточную» границу этого многоугольника, а именно, это ломаная (8, 6, 4, 5)



Задача нахождения кооперативного решения биматричной игры сводится теперь к построению правила, которое для каждого такого многоугольника исходов указывает единственный оптимальный исход, принадлежащий его «северо-восточной» границе.

Рассмотрим решение этой задачи, известное как арбитражное решение Нэша. Арбитражное решение представляет собой некую систему требований (аксиом), с помощью которых для любой игры выделяется ее единственное решение — оптимальный исход этой игры. Пусть v_A и v_B — цены матричных игр с матрицами A и B соответственно. Тогда в явном виде арбитражное решение Нэша для пары $(H, H)^2$ — это точка $(H, H)^2*$, для которой произведение (функция полезности): $U = (1)(CA^2)BHv_H - v$ достигает своего наибольшего значения в той части области D возможных исходов биматричной игры, в которой выполняются условия:

Форма отчетности: Выполнить задание в тетради и использовать его при подготовке к зачету и контрольной работы

Задания для самостоятельной работы:

1. Телефонная компания должна определить уровень своих возможностей по предоставлению услуг так, чтобы удовлетворить спрос своих клиентов на планируемый период.

Для каждого уровня спроса существуют различные уровни возможностей телефонной компании (например, при вводе нового тарифа). Имеются четыре варианта спроса на телефонные услуги, что равнозначно наличию четырёх состояний природы. Известны также четыре варианта предоставления телефонных услуг. Прибыль для каждого сочетания «управленческое решение – состояние природы» приведена в таблице.

	B1	B2	B3	B4
A1	23	20	12	8
A2	21	22	5	10
A3	12	14	9	12
A4	22	9	10	7

Определите оптимальную стратегию компании

2. При работе сети предприятия необходимо периодически проводить проверку на вредоносные программы. Установка антивирусных программ и продление их лицензии требует определенных издержек, проведение проверок - тоже. У сетевого администратора есть три стратегии:

S1 – установить дорогую версию антивирусной программы за 250 у.е

S2 – установить «облегченную» версию той же программы за 150 у.е. Увы, эта версия ловит не все вирусы. S3 – ничего не устанавливать.

У природы тоже есть 3 состояния:

P1 – вредоносных программ нет;

P2 – имеются вредоносные программы, которые легко обнаруживаются обеими версиями антивируса. В случае их появления, издержки на лечение составляют 50 у.е. если антивирус установлен и 120 у.е, если нет;

P3 – сеть серьезно поражена вирусом, который обнаруживается только дорогой версией. В случае обнаружения издержки на лечение составляют 70 у.е, если вирус не будет вовремя обнаружен, он нанесет убыток предприятию в 300 у.е

Составить матрицу игры и найти оптимальные стратегии.

3. Предприятие легкой промышленности, занимающееся выпуском женских вечерних платьев и мужских костюмов, реализует свою продукцию через фирменный магазин. Сбыт продукции зависит от состояния погоды. По данным прошлых наблюдений предприятие в течение апреля -- мая в условиях теплой погоды может реализовать 600 костюмов и 1975 платьев, а при прохладной погоде -- 1000 костюмов и 625 платьев. Известно, что затраты на единицу продукции в течение указанных месяцев составили для костюмов 27 у.е., для платьев 8 у.е., а цена реализации равна соответственно 48 у.е. и 16 у.е. Задача заключается в максимизации средней величины прибыли от реализации выпущенной продукции с учетом неопределенности погоды в рассматриваемые месяцы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

1. Ознакомиться с заданием;
2. Изучить теоретические сведения, полученные на лекции;
3. Ознакомиться с примерами решения подобных задач в учебной литературе;
4. Выполнить задание в тетради.

Основная литература

Ларионова, О. Г.

Исследование операций. Игры с нулевой суммой : учебное пособие / О. Г. Ларионова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Братск : БрГУ, 2013.

Дополнительная литература

Васильева, С. А. Методы принятия управленческих решений : методические указания к практическим занятиям и контрольной работе / С. А. Васильева, Е. Д. Слепенко. - Братск : БрГУ, 2014.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение биматричной игры.
2. В чем, на Ваш взгляд, состоит основная сложность биматричной игры?
3. Какая теорема отвечает на вопрос о существовании равновесной ситуации в биматричной игре? Приведите ее формулировку.
4. Каким соотношением определяется ситуация равновесия в биматричной игре?
5. Могут ли функции выигрышей игроков достигать максимума одновременно?
6. Что называется множеством Парето?

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа представляет собой способ проверки знаний студента, его умений и предполагают письменные ответы на поставленные вопросы, либо самостоятельное выполнение практических заданий. Подготовка к контрольной работе состоит в ответственном выполнении всех домашних заданий по дисциплине и самостоятельной проработке основной и дополнительной литературы.

Целью контрольной работы является приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, закрепление умений работы со средой программирования, формирование навыков оценки результатов собственной деятельности.

Выполнения контрольной работы предполагает:

- анализ поставленных задач и выбор методов их решения;
- реализацию решения поставленных задач;
- проверку и анализ полученных результатов;
- оформление отчета.

Отчет по контрольной работе оформляется в печатном виде и содержит:

- формулировку заданий;
- описание их решений;
- полученные результаты;
- выводы.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОС Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия (Лк, Лр, кр)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лр</i>
1	3	4	5
Лк	Лаборатория технических средств защиты информации	Оборудование Интерактивная доска Smart Board X885ix со встроенным проектором UX60	№ 1.1 -3.2
ПЗ	Лаборатория технических средств защиты информации	Оборудование 16-ПК i5-2500/Н67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR); интерактивная доска Smart Board X885ix со встроенным проектором UX60	№ 1-5
кр	Читальный зал №1	Оборудование 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	Читальный зал №1		-

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой	1. Игры с нулевой суммой	1.1. Основы теории исследования операций	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			1.2. Матричные игры с нулевой суммой	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям		1.3. Отыскание смешанных стратегий	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			1.4. Сведение игры к задаче линейного программирования	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
ОПК-2	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	2. Игры с природой	2.1 Критерии выбора выигрышных стратегий	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			2.2 Принятие решений в условиях учета данных прогноза	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	3. Империальные игры	3.1. Некооперативные игры	Индивидуальное задание, вопрос к зачету
			3.2. Кооперативные игры	Индивидуальное задание, вопрос к зачету

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатики	1. Основные определения теории игр. Матрица игры.	1. Игры с нулевой суммой
			2. Матричные игры с нулевой суммой. Нижняя и верхняя цена игры. Точка равновесия.	1. Игры с нулевой суммой
2.	ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	3. Чистые и смешанные стратегии.	1. Игры с нулевой суммой
			4. Графическое решение задач на отыскание смешанных стратегий. Дублирование и доминирование стратегий.	1. Игры с нулевой суммой
			5. Постановка двойственной задачи линейного программирования.	1. Игры с нулевой суммой
3.	ОПК-2	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	6. Матрица рисков. Критерий Сэвиджа.	2. Игры с природой
			7. Критерий Вальда.	2. Игры с природой
			8. Критерий Лапласа..	2. Игры с природой
			9. Критерий Бернулли.	2. Игры с природой
			10. Критерий Гурвица	2. Игры с природой
			11. Критерий Ходжа-Лемана.	2. Игры с природой
4.	ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	12. Решение биматричной некооперативной игры.	3. Биматричные игры
			13. Определение кооперативной игры. Множество Парето.	3. Биматричные игры
			14. Арбитражная схема Нэша.	3. Биматричные игры

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: ОПК-1 -основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций ОПК-2 - современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; ПК-1 - способы сбора и обработки информации различных источников; ПК-2 - проблемы современной математики и основные направления её развития ; уметь: ОПК-1 - формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей ОПК-2 - применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; ПК-1 - понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач ПК-2 - применять аппарат теории игр для</p>	<p>зачтено</p>	<p>Демонстрирует освоение не менее, чем 6 из заявленных 12 показателей компетенций, а именно:</p> <p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; или</p>

<p>обработки данных; владеть: ОПК-1 - основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности ОПК-2 - методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации. ПК-1 – методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов ПК-2 – аналитическими и графическими методами решения задач теории игр.</p>		<p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -умеет понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет применять современные</p>
--	--	--

		<p>образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; или -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -умеет понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; -владеет методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов</p>
	не зачтено	<p>Демонстрирует владение менее чем 6 показателями компетенций.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Теория игр и исследование операций направлена на ознакомление обучающихся с основными понятиями и классами задач из области принятия решений, методами принятия решений в условиях полной информации, методами решения задач в условиях риска, методы решения задач принятия решений в условиях неопределенности и конфликта, ориентированна на получение теоретических знаний и практических навыков решения проблем из различных областей знания, а также осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и представления ее в соответствующем виде и для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Теория игр и исследование операций предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- контрольную работу;

– самостоятельную работу.

Для фиксирования успешности обучения предусматривается зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Игры с нулевой суммой» обучающиеся должны изучить принципы моделирования конфликтных антагонистических ситуаций, принципы выбора оптимальных стратегий, методы принятия решений в условиях конфликта интересов.

В ходе освоения раздела 2 «Игры с природой» обучающиеся осваивают особенности принятия решений в условиях неполной информации, способы выбора стратегии при известном прогнозе.

Освоение раздела 3 «Биматричные игры» предполагает изучение кооперативных и некооперативных игр, освоение стратегии взаимовыгодного сотрудничества .

Обучающимся необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для разработки и реализации профессионально ориентированных проектов в последующей учебной деятельности.

Овладение ключевыми понятиями является основой усвоения учебного материала по дисциплине.

При подготовке к зачету особое внимание необходимо уделить рекомендациям и замечаниям преподавателей, ведущих аудиторные занятия по дисциплине

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков применения различных методов решения стандартных математических ситуаций.

Самостоятельную работу необходимо начинать с чтения лекций и учебников.

В процессе консультации с преподавателем обучающийся выясняет наличие пробелов в знаниях и способах решения разных ситуаций.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде разнообразных тренингов и ситуаций общения в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Теория игр и исследование операций

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: ознакомление обучающихся с математическими основами теории игр и исследования операций, обучение основам принятия решений в различных областях деятельности.

Задачами дисциплины являются

- обучение методам формализованного представления знаний и реализации выводов для последующей выработки и принятия человеком вариантов принимаемого решения;
- формирование умения и навыков самостоятельного исследования и решения различного рода задач путем применения средств функционального исследования операций совместно с другими видами программного обеспечения;
- формирование и развитие умений и навыков, позволяющих применять современные математические методы и программное обеспечение для решения задач науки и техники.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк.- 17 час., ЛР- 34 час.; СР - 57 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Игры с нулевой суммой;
- 2 – Игры с природой;
- 3 – Биматричные игры.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-2 Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

ПК-1 Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям ;

ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат .

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	1. Игры с нулевой суммой	1.1. Основы теории исследования операций	Тест
			1.2. Матричные игры с нулевой суммой	Тест, Задание контрольной работы
1.3. Отыскание смешанных стратегий	Тест			
1.4. Сведение игры к задаче линейного программирования	Задание контрольной работы			
ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям			
ОПК-2	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	2. Игры с природой	2.1 Критерии выбора выигрышных стратегий	Тест, задание контрольной работы
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	3. Биматричные игры	3.1. Некооперативные игры	тест
			3.2. Кооперативные игры	тест

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: ОПК-1 -основные понятие и классы задач принятия решения, методы решения задач принятия решений в условиях полной информации, методы решения задач принятия решений в условиях риска, методы решения задач принятия решений в условиях неопределенности и конфликта; ОПК-3 - способы сбора и обработки информации различных источников; ПК-1 - методы расчета основных параметров моделей; уметь: ОПК-1 - формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей ОПК-3 -применять аппарат математической статистики для обработки данных; ПК-1 - проводить расчеты при решении задач и получать количественные результаты, используя методы теории игр владеть:</p>	<p>отлично</p>	<p>Демонстрирует освоенность всех показателей компетенций, а именно: -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -умеет применять аппарат теории игр для обработки данных; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; -владеет методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов -владеет аналитическими и графическими методами решения задач теории игр.</p>
<p>владеть:</p>	<p>хорошо</p>	<p>Демонстрирует освоенность не менее 9 показателей компетенций: -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления</p>

<p>ОПК-1 - основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности.</p> <p>ОПК-3 – методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов</p> <p>ПК-1 – аналитическими и графическими методами решения задач теории игр</p>		<p>её развития;</p> <p>-умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний;</p> <p>-умеет применять аппарат теории игр для обработки данных;</p> <p>-владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности;</p> <p>-владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p> <p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки информации различных источников;</p> <p>-знает проблемы современной математики и основные направления её развития;</p> <p>-умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний;</p> <p>-умеет применять аппарат теории игр для обработки данных;</p> <p>-владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности;</p> <p>-владеет аналитическими и графическими методами решения задач теории игр;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p> <p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки</p>
---	--	--

		<p>информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -умеет применять аппарат теории игр для обработки данных; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; -владеет аналитическими и графическими методами решения задач теории игр; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; -владеет аналитическими и графическими методами решения задач теории игр; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p>
--	--	---

		<p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки информации различных источников;</p> <p>-знает проблемы современной математики и основные направления её развития;</p> <p>-умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет применять аппарат теории игр для обработки данных;</p> <p>-владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности;</p> <p>-владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации;</p> <p>-владеет аналитическими и графическими методами решения задач теории игр.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Демонстрирует освоенность не менее 6 из 12 заявленных параметров компетенций, а именно:</p> <p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p> <p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки информации различных источников;</p> <p>-знает проблемы современной математики и основные направления её развития;</p> <p>-умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-умеет применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения профессиональных знаний;</p> <p>или</p> <p>-знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p> <p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки</p>

		<p>информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -умеет понимать и применять математический аппарат теории игр к решению профессиональных задач; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет основными методами принятия решений в условиях риска и неопределенности; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций; -знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании; -знает способы сбора и обработки информации различных источников; -знает проблемы современной математики и основные направления её развития; -умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей; -владеет методами поиска, анализа и оценки профессионально значимой информации; или -знает основные понятия и классы задач теории игр и исследования операций;</p>
--	--	--

		<p>-знает современные источники информации, технологии, применяемые в образовании;</p> <p>-знает способы сбора и обработки информации различных источников;</p> <p>-знает проблемы современной математики и основные направления её развития;</p> <p>-умеет формализовать задачу теории игр и исследования операций и описать ее с помощью известных математических моделей;</p> <p>-владеет методами и приемами обработки данных и интерпретации результатов к решению профессиональных задач.</p>
	неудовлетворительно	Демонстрирует освоенность менее 6 параметров компетенций

Фонд тестовых заданий

по дисциплине

Б1.В.05 Теория игр и исследование операций

ТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТЕСТОВ

№ раздела	Наименование раздела	№ задания	Тема задания
1.	Игры с нулевой суммой	1-2	Основные понятия теории игр и исследования операций
		3	Верхняя и нижняя цена игры.
		4	Седловая точка
		5	Чистые и смешанные стратегии
		6	Редукция
2.	Игры с природой	7-8	Критерии выбора стратегий в условиях неопределенности
3.	Биматричные игры	9	Некооперативные игры
		10	Кооперативные игры
		11	Точки равновесия

Тестовые задания

1. Возможное действие участника конфликта называется:

- 1) решением;
- 2) стратегией;
- 3) поступком;
- 4) выбором.

2. Игра двух игроков называется бесконечной, если:
- 1) состоит из бесконечного множества партий;
 - 2) функции выигрыша игроков не ограничены;
 - 3) каждый игрок имеет бесконечное множество стратегий;
 - 4) хотя бы один игрок имеет бесконечное множество стратегий.

3. Верхняя цена игры с матрицей $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & -2 & 4 \\ 3 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ равна..

4. Седловой точкой матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 3 \\ 8 & -7 & 4 \\ 9 & 6 & 3 \end{pmatrix}$

является:

- 1) a_{22} ;
- 2) a_{23} ;
- 3) a_{32} ;
- 4) седловых точек нет.

5. Матричная игра имеет решение в чистых стратегиях, если...

1. Игра не имеет седловой точки.
2. Нижняя чистая цена игры меньше верхней чистой цены игры.
3. Нижняя чистая цена игры и верхняя чистая цена игры равны.
4. Нижняя чистая цена игры больше верхней чистой цены игры.

6. Укажите доминируемую (заведомо невыгодную) стратегию игрока В, если игра задана платёжной матрицей:

3	4	4	8
5	2	6	6
4	6	5	1

1. Столбец 2.
2. Столбец 1.
3. Столбец 3.
4. Столбец 3.

7. Для игры с природой, заданной матрицей, укажите оптимальную стратегию по критерию Вальда.

Проекты Состояния природы

	1	2	3	4
П1	8	15	12	11
П2	10	12	14	15
П3	6	8	13	14
П4	5	10	15	12

- 1) П1.
- 2) П4.
- 3) П2.
- 4) П3.

8. Для игры с природой, заданной матрицей, укажите оптимальную стратегию по критерию Севиджа.

Проекты Состояния природы

	1	2	3	4
П1	8	15	12	11
П2	10	12	14	15
П3	6	8	13	14
П4	5	10	15	12

- 1) П1.
- 2) П4.
- 3) П2.
- 4) П3.

9. Игра с ненулевой суммой, в которой игрокам разрешается обсуждать перед игрой свои стратегии и договариваться о совместных действиях называется ...

1. Бескоалиционной игрой
2. Матричной игрой
3. Кооперативной игрой
4. Антагонистической игрой

10. В кооперативной игре точка, координаты которой определяют величины выигрышей, которые игроки могут получить, не вступая в коалицию друг с другом называется точкой ...

11. В кооперативной игре, если множество возможных платежей выпукло, замкнуто и ограничено сверху, то точка Нэша ...

1. Единственна
2. Существует и единственна
3. Не существует
4. Существует множество точек

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика от «12» марта 2015 г. №228

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015 г. №475

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

Программу составил:

Багинова Т.Г.	к.т.н, доцент каф. математики и физики	_____
Сташок О.В.	к.т.н, доцент каф. математики и физики	_____
Ратинская Е.В.	ст. преподаватель каф. математики и физики	_____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математики и физики от «21» ноября 2018 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой
Математики и физики _____ О.И.Медведева

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий выпускающей кафедрой МиФ _____ О.И.Медведева

Директор библиотеки _____ Т.Ф.Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «20» декабря 2018 г., протокол № 4
Председатель методической комиссии факультета _____ М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:
Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____

(методический отдел)