

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по учебной работе,
научно-педагогическому образованию – первый
проректор

Иванов А.Г.

» *май* 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.02.01 «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ»**

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика
Профиль "Прикладная информатика в экономике "

Программа подготовки Академическая
Квалификация (степень) выпускника – бакалавр
Форма обучения: очная

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «Математические методы и модели исследования операций» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика профиль Прикладная информатика в экономике

Программу составил:

В.Н. Кармазин, к. ф.-м. н., доцент



ПОДПИСЬ

Рабочая программа дисциплины «Математические методы и модели исследования операций» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от «7» апреля 2015 г.
Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.



ПОДПИСЬ

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от «7» апреля 2015 г.
Заведующий кафедрой Уртенев М.Х.



ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 5 от «29» апреля 2015 г.



Председатель УМК факультета Малыхин К.В.

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

Целью освоения учебной дисциплины «Математические методы и модели исследования операций» является развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков использования математических моделей теории игр и методов исследования операций, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

1.2 Задачи дисциплины:

- обучить студентов понятиям и методам теории игр и исследования операций;
- подготовить к самостоятельному изучению тех разделов исследования операций, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе специалистов-математиков;
- познакомить студентов с понятиями и методами теории неантагонистических игр, необходимыми для изучения математических методов и моделей в экономике;
- подготовить студентов к самостоятельному изучению тех разделов теории неантагонистических игр, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Данная дисциплина (Математические методы и модели исследования операций) тесно связана с дисциплинами: «Векторная алгебра», «Математическое программирование», «Теория систем и системный анализ». Она направлена на формирование знаний и умений обучающихся решать задачи исследования операций и математического моделирования конфликтных ситуаций в экономике, экологии и других областях. В курсе «Математические методы и модели исследования операций» основное внимание уделяется модельному аспекту теории: от постановок задач исследования операций и анализа возможных принципов оптимальности до аналитических способов их решения. Она обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем математического моделирования; формирование компетенций в решении оптимизационных задач и математическом моделировании конфликтных ситуаций в экономике, экологии и других областях. В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на экономико-математической подготовке студентов, полученной при прохождении ООП бакалавриата, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин математического и экономического, естественнонаучного цикла ООП бакалавриата.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса

«Математические методы и модели исследования операций»:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК–3	Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	Знать современные направления развития теории игр и методов исследования операций.	Находить равновесные ситуации в конфликтах, решать задачи исследования операций в экономике, экологии и других областях.	обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем математического моделирования.
23.	ПК-23	Способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.	Знать основные методы теории игр и исследования операций и их реализации на базе языков и пакетов прикладных программ.	Уметь разрабатывать моделирующие алгоритмы и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ применительно к решению задач исследования операций.	готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования для задач теории игр и исследования операций.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **4** зач.ед. (**144** часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		2	___		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	68	68			
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					

Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:					
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	16	16	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	8	8	-	-	-
<i>Реферат</i>	4	4	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	8	8	-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144	-	-
	в том числе контактная работа	72,3	72,3		
	зач. ед	4	4		

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Учебно-тематический план очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Итого акад.ч асов	Контакт часы			СР
			Всего	Л	Лб	
	Раздел 1. Теория игр					
1.	Определение и классификация игр	3	2	2		1
2.	Описание матричных игр	3	2	2		1
3.	Смешанное расширение матричной игры	3	2	2		1
4.	Свойства решений матричных игр	3	2	2		1
5.	Графическое решение матричных игр. Итерационный метод решения матричных игр	8	6	2	4	2
6.	Сведение матричных игр к задачам линейного программирования	8	6	2	4	2
	Раздел 2. Бескоалиционные игры					
7.	Природа и структура бескоалиционных игр (БИ)	4	2	2		2
8.	Алгоритмы решения биматричных игр	8	6	2	4	2
	Раздел 3. Кооперативные принципы поведения					

9.	Природа и структура кооперативных игр (КИ)	4	2	2		2
10.	Кооперация на основе угроз	4	2	2		2
11.	Игры двух лиц. Игры в форме характеристической функции	4	2	2		2
	Раздел 4. Исследование операций					
12.	Общие вопросы исследования операций	4	4	2	2	
13.	Методика проведения операционных исследований и принятия решений	6	4		4	2
14.	Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	6	4	2	2	2
15.	Задачи поиска оптимальных путей	6	4	2	2	2
16.	Анализ сетевых графиков	6	4	2	2	2
17.	Задача о максимальном потоке в сети	6	4	2	2	2
18.	Задача о коммивояжере	6	4	2	2	2
19.	Задача о назначениях	4	2		2	2
20.	Задача об одномерном ранце	4	2		2	2
21.	Задача о многомерном ранце	4	2		2	2
	Всего по разделам дисциплины:	104	68	34	34	36
	ИКР	0,3				
	КСР	4				
	Контроль	35,7				
	Итого:	144	68	34	34	36

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей (указать организацию)
1	2	3	4	5
1	Теория игр	Тема 1. Определение и классификация игр Тема 2. Описание матричных игр Тема 3. Смешанное расширение матричной игры Тема 4. Свойства решений матричных	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме. 3. Опрос по	

		игр Тема 5. Графическое решение матричных игр. Итерационный метод решения матричных игр Тема 6. Сведение матричных игр к задачам линейного программирования	результатам индивидуального задания	
2	Бескоалиционные игры	Тема 7. Природа и структура бескоалиционных игр (БИ) Тема 8. Алгоритмы решения биматричных игр	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Защита проектного задания.	
3	Кооперативные принципы поведения	Тема 9. Природа и структура кооперативных игр (КИ) Тема 10. Кооперация на основе угроз Тема 11. Игры двух лиц. Игры в форме характеристической функции	1. Опрос по результатам индивидуального задания 2. Защита проектного задания.	
4	Исследование операций	Тема 12. Общие вопросы исследования операций Тема 13. Методика проведения операционных исследований и принятия решений Тема 14. Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций Тема 15. Задачи поиска оптимальных путей Тема 16. Анализ сетевых графиков	1.Опрос по результатам индивидуального задания 2.Защита проектного задания.	

		Тема 17. Задача о максимальном потоке в сети Тема 18. Задача о коммивояжере Тема 19. Задача о назначениях Тема 20. Задача об одномерном ранце Тема 21. Задача о многомерном ранце		
--	--	--	--	--

защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т)

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ разд ела	Наименован ие раздела/мод уля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	<i>Теория игр</i>	Тема 1. Определение и классификация игр Определение игры, конфликта, игрока, стратегии, функции выигрыша, игры. Процесс разыгрывания игры. Классификация игр по времени, множеству игроков, интересам, стратегиям, функциям выигрыша. Основные вопросы теории игр: выбор принципа оптимальности, его реализуемость, нахождение оптимальной стратегии. Тема 2. Описание матричных игр Определение матричной игры. Процесс разыгрывания. Модели матричной игры. Определение нижней и верхней цен игры, максимальной и минимальной стратегии игроков.	1. Подготовка рефератов, презентаций, выступлений. 2. Резюме, аналитический обзор по проблеме.

		Определение седловой точки, оптимальных стратегий. Принцип минимакса. Тема 3. Смешанное расширение матричной игры Определение смешанной стратегии, ожидаемого выигрыша, верхней и нижней цен игры в смешанных стратегиях, смешанного расширения игры, седловой точки, оптимальной смешанной стратегии. Принцип минимакса в смешанных стратегиях. Основная теорема матричных игр. Тема 4. Свойства решений матричных игр Понятие спектра смешанной стратегии, подигры игры. Принцип доминирования в смешанных стратегиях. 6 теорем, постулирующих свойства решения матричной игры). Вычисление оптимальных стратегий в МИ (прямое). (Нахождение решения в чистых стратегиях, использование доминирования для уменьшения размерности игры). Решение игры «2×2». Тема 5. Графическое решение матричных игр. Итерационный метод решения матричных игр Решение игр «$2 \times n$» и «$m \times 2$». Приближенное решение матричных игр. Тема 6. Сведение матричных игр к задачам линейного программирования Решение игр «$m \times n$» ($m, n > 2$). (Сведение игры к паре двойственных задач линейного программирования, определение оптимальных стратегий и цены игры).	
2	Бескоалиционные игры	Тема 7. Природа и структура бескоалиционных игр (БИ) Определение бескоалиционной игры. Модель БИ. Разыгрывание БИ. Классификация. Ситуации равновесия в БИ. (Определение ситуации равновесия по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях. Теорема о существовании решений в смешанных стратегиях. Способ нахождения точек	1. Опрос по результатам индивидуального задания

		равновесия). Тема 8. Алгоритмы решения биматричных игр Графическое решение биматричных игр (метод зигзага). Численное решение биматричных игр, симплекс-метод. Численный пример нахождения ситуации равновесия.	
3	Кооперативные принципы поведения	Тема 9. Природа и структура кооперативных игр (КИ) Определение КИ. Модель КИ в нормальной форме. Определение коалиции. Список вопросов, включаемых в переговоры об объединении в коалицию. Образование максимальной коалиции. Тема 10. Кооперация на основе угроз Сценарий предостережений в игре, осторожная стратегия игрока, существование сценария предостережения в игре, индивидуально рациональная игра, дележ в игре, агрессивная угроза игрока. α - ядро, сценарий коалиционных предостережений в игре, пассивная контругроза, β - ядро. Тема 11. Игры двух лиц. Игры в форме характеристической функции Виды выигрышей: трансферабельные, нетрансферабельные. Определение характеристической функции (х.ф.). Свойства х.ф. Математическая модель КИ в форме х.ф.	Опрос по результатам индивидуального задания
4	Исследование операций	Тема 12. Общие вопросы исследования операций Становление исследования операций (ИО) как научной дисциплины. Определение ИО. Предмет ИО. ИО как наука и искусство. (Обосновывается научность ИО, подчеркивается творческий характер работы специалиста по ИО). Основные разделы ИО. Структурные характеристики задач ИО. Управляемые, неуправляемые переменные. Ограничения, целевая функция. Параметры. Классификация моделей ИО (математические,	Опрос по результатам индивидуального задания

		имитационные, эвристические, детерминированные, стохастические, статические, динамические). Тема 13. Методика проведения операционных исследований и принятия решений Определение целей; составление плана разработки проекта; формулировка проблемы (определение размерности задачи, определение управляемых переменных, определение неуправляемых переменных, определение технологических параметров системы, определение показателей эффективности); построение модели (соотношения вытекающие из определений, эмпирические соотношения, нормативные соотношения); разработка вычислительного метода; разработка технического задания на программирование; программирование и отладка программы; сбор данных; проверка модели (непротиворечивость, чувствительность, реалистичность, работоспособность); реализация результата). Основные области применения ИО. Тема 14. Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций Постановка задачи. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса. Тема 15. Задачи поиска оптимальных путей Постановка задач. Алгоритм построения кратчайшего пути. Дерево кратчайших путей. Алгоритм построения пути наибольшей пропускной способности. Дерево путей наибольшей пропускной способности. Алгоритм поиска всех кратчайших путей.	
--	--	--	--

		Тема 16. Анализ сетевых графиков Постановка задачи. Временные параметры сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути. Тема 17. Задача о максимальном потоке в сети Постановка задачи. Алгоритм поиска максимального потока в сети. Сведение задачи о максимальном потоке к задаче линейного программирования. Тема 18. Задача о коммивояжере Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. Симметричный случай. О практической реализации метода. Тема 19. Задача о назначениях Постановка задачи. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода. Тема 20. Задача об одномерном ранце Постановка задачи. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода. Тема 21. Задача о многомерном ранце Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.	
--	--	--	--

2.3.2 Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
4.	<i>Исследование операций</i>	Графическое решение задач линейного программирования	Проверка выполнения лабораторных работ № 8
		Решение задач линейного программирования методом искусственного базиса	Проверка выполнения лабораторных работ № 9
		Анализ чувствительности в линейном программировании	Проверка выполнения лабораторных работ № 10
		Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Проверка выполнения лабораторных работ № 1
		Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце	Проверка выполнения лабораторных работ № 2
		Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце	Проверка выполнения лабораторных работ № 3
		Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций	Проверка выполнения лабораторных работ № 4
		Задача поиска кратчайших путей из заданного пункта	Проверка выполнения лабораторных работ № 5
		Решение транспортных задач линейного программирования	Проверка выполнения лабораторных работ № 11
		Решение задачи о назначениях	Проверка выполнения лабораторных работ № 12
		Анализ сетевых графиков	Проверка выполнения лабораторных работ № 6

		Построение максимального потока	Проверка выполнения лабораторных работ № 7
1.	<i>Теория игр</i>	Графическое решение матричных игр	Проверка выполнения лабораторных работ № 13
		Решение матричных игр симплекс-методом	Проверка выполнения лабораторных работ № 14
		Решение матричных игр приближенным методом	Проверка выполнения лабораторных работ № 15
2.	<i>Бескоалиционные игры</i>	Графическое решение биматричных игр (метод зигзага)	Проверка выполнения лабораторных работ № 16
		Сведение биматричных игр к решению задач линейного программирования (графический метод)	Проверка выполнения лабораторных работ № 17
		Сведение биматричных игр к решению задач линейного программирования (решение с применением симплекс-метода)	Проверка выполнения лабораторных работ № 18

2.3.4 Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Помещения для самостоятельной работы студентов – аудитория № 102-А и читальный зал.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.

2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.
3	Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.
5	Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.
6	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 7.04.2015 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и

демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры по математическим методам и моделям исследования операций.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в традиционных аудиториях. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов	
		всего ауд. часов	интерактивные часы
1	2	3	4
1.	Теория игр	20	4
2.	Бескоалиционные игры	8	1
3.	Кооперативные принципы поведения	6	1
4.	Исследование операций	34	6
	Итого по дисциплине:	68	12

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерные задания на лабораторные работы

Лабораторная работа 1: Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения задачи о коммивояжере.

Задание. В задачах 2.1 – 2.4 для заданной матрицы расстояний

$$C = \begin{pmatrix} - & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{21} & - & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{31} & c_{32} & - & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & - & c_{45} & c_{46} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & - & c_{56} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & - \end{pmatrix}$$

решить задачу коммивояжера.

2.1

$$\begin{pmatrix} - & 36 & 16 & 19 & 37 & 40 \\ 36 & - & 20 & 23 & 28 & 36 \\ 20 & 12 & - & 18 & 20 & 16 \\ 32 & 24 & 18 & - & 20 & 38 \\ 37 & 20 & 12 & 28 & - & 32 \\ 22 & 17 & 18 & 30 & 40 & - \end{pmatrix}.$$

2.2

$$\begin{pmatrix} - & 4 & 31 & 23 & 7 & 10 \\ 6 & - & 4 & 10 & 4 & 4 \\ 22 & 10 & - & 20 & 23 & 26 \\ 14 & 6 & 22 & - & 15 & 35 \\ 27 & 10 & 32 & 39 & - & 16 \\ 13 & 10 & 12 & 27 & 39 & - \end{pmatrix}.$$

2.3

$$\begin{pmatrix} - & 6 & 25 & 17 & 37 & 23 \\ 6 & - & 10 & 12 & 10 & 6 \\ 29 & 12 & - & 17 & 16 & 16 \\ 14 & 14 & 35 & - & 26 & 26 \\ 29 & 10 & 14 & 24 & - & 26 \\ 13 & 12 & 32 & 42 & 22 & - \end{pmatrix}.$$

2.4

$$\begin{pmatrix} - & 10 & 16 & 14 & 10 & 8 \\ 4 & - & 36 & 31 & 25 & 18 \\ 8 & 17 & - & 33 & 12 & 17 \\ 6 & 37 & 34 & - & 28 & 16 \\ 6 & 16 & 39 & 15 & - & 27 \\ 12 & 30 & 32 & 37 & 30 & - \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 2: Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце

Цель работы: Освоить метод ветвей и границ для решения одномерной задачи линейного о ранце.

Задание. В задачах 5.1–5.4 для заданных функций стоимости и веса $f(x)$ и $g(x)$ решить задачу об одномерном ранце:

$$f(x) = \sum_{j=1}^{10} c_j x_j \rightarrow \max,$$

$$g(x) = \sum_{j=1}^{10} a_j x_j \leq R, x_j \in \{0,1\}, j = \overline{1,10}.$$

5.1

c_i	2	7	5	2	10	7	9	7	8	3
-------	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---

R = 31

a_i	3	8	4	2	9	8	2	10	2	8
-------	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---

5.2

c_i	4	6	1	4	6	8	6	9	8	9
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R = 30

a_i	5	2	4	1	6	5	10	11	4	6
-------	---	---	---	---	---	---	----	----	---	---

5.3

c_i	7	10	11	6	7	2	3	10	7	7
-------	---	----	----	---	---	---	---	----	---	---

R = 32

a_i	10	3	8	6	9	3	2	9	3	6
-------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.4

c_i	8	3	2	4	7	9	11	7	7	8
-------	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

R = 34

c_i	3	5	7	1	2	10	10	2	8	7
-------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---

R = 36

Лабораторная работа 3: Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце

Цель работы: Освоить приближенные методы решения задачи о многомерном ранце.

Задание. В задачах 6.1–6.4 для заданных функций стоимости и веса $f(x)$ и $g_i(x)$ ($i = \overline{1,3}$) решить задачу о многомерном ранце:

$$f(x) = \sum_{j=1}^{10} c_j x_j \rightarrow \max ,$$

$$g_i(x) = \sum_{j=1}^{10} a_{ij} x_j \leq R_i, i = \overline{1,3}$$

$$x_j \in \{0,1\}, j = \overline{1,10}.$$

6.1

c _i	9	7	11	5	2	3	5	7	5	2
a _{1i}	9	5	8	10	6	7	6	7	2	5
a _{2i}	2	1	9	2	3	1	8	2	4	5
a _{3i}	4	7	2	6	8	4	9	10	1	2

$$R_1 = 44$$

$$R_2 = 25$$

$$R_3 = 36$$

6.2

c _i	11	11	10	1	8	11	2	8	11	2
a _{1i}	10	9	11	8	8	6	5	9	10	2
a _{2i}	6	10	9	7	5	6	6	6	8	2
a _{3i}	9	7	3	5	8	6	5	8	6	1

$$R_1 = 52$$

$$R_2 = 44$$

$$R_3 = 39$$

6.3

c _i	9	5	3	10	3	4	3	8	2	5
a _{1i}	6	5	10	4	4	5	4	5	4	7
a _{2i}	11	3	7	10	6	4	11	7	11	9
a _{3i}	9	2	6	4	6	1	3	9	4	8

$$R_1 = 36$$

$$R_2 = 53$$

$$R_3 = 35$$

6.4

c _i	2	5	11	6	7	11	4	8	7	8
a _{1i}	2	4	11	5	4	9	10	9	7	9

$$R_1 = 47$$

a_{2i}	5	6	6	3	6	2	4	7	7	10
a_{3i}	4	2	10	7	10	8	8	7	2	9

$$R_2 = 38$$

$$R_3 = 45$$

Лабораторная работа 4: Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций

Цель работы: Освоить методы проектирования оптимальной сети коммуникаций.

Задание. В задачах 7.1 – 7.4 для заданного графа изображенного на рис. 4, построить покрывающее дерево максимального и минимального весов.

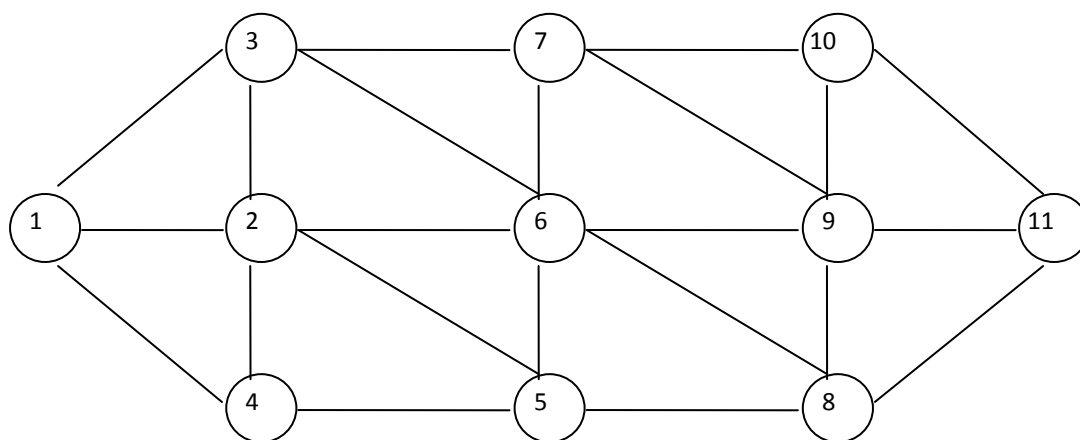


Рис. 4

7.1

(1,2)-	3	(2,4)-	11	(3,7)-	9	(6,7)-	2	(7,10)-	4	(9,11)-	5
(1,3)-	11	(2,5)-	4	(4,5)-	8	(6,8)-	8	(8,9)-	10	(10,11)-	7
(1,4)-	3	(2,6)-	1	(5,6)-	7	(6,9)-	4	(8,11)-	8		
(2,3)-	2	(3,6)-	7	(5,8)-	8	(7,9)-	8	(9,10)-	8		

7.2

(1,2)-	6	(2,4)-	4	(3,7)-	10	(6,7)-	3	(7,10)-	4	(9,11)-	4
--------	---	--------	---	--------	----	--------	---	---------	---	---------	---

(1,3)-	3	(2,5)-	11	(4,5)-	6	(6,8)-	4	(8,9)-	8	(10,11)-	7
(1,4)-	7	(2,6)-	5	(5,6)-	8	(6,9)-	6	(8,11)-	4		
(2,3)-	2	(3,6)-	5	(5,8)-	6	(7,9)-	8	(9,10)-	9		

7.3

(1,2)-	3	(2,4)-	9	(3,7)-	3	(6,7)-	4	(7,10)-	7	(9,11)-	10
(1,3)-	8	(2,5)-	2	(4,5)-	5	(6,8)-	9	(8,9)-	11	(10,11)-	5
(1,4)-	6	(2,6)-	8	(5,6)-	4	(6,9)-	7	(8,11)-	7		
(2,3)-	10	(3,6)-	3	(5,8)-	9	(7,9)-	3	(9,10)-	3		

7.4

(1,2)-	3	(2,4)-	8	(3,7)-	5	(6,7)-	2	(7,10)-	7	(9,11)-	11
(1,3)-	7	(2,5)-	10	(4,5)-	7	(6,8)-	8	(8,9)-	8	(10,11)-	5
(1,4)-	2	(2,6)-	2	(5,6)-	6	(6,9)-	10	(8,11)-	2		
(2,3)-	3	(3,6)-	1	(5,8)-	10	(7,9)-	8	(9,10)-	8		

Лабораторная работа 5: Задача поиска кратчайших путей из заданного пункта

Цель работы: Освоить методы построения кратчайших путей из заданного пункта.

Задание. В задачах 8.1–8.4 для заданного графа, изображенного на рис. 5, построить дерево кратчайших путей из вершины с номером 1 и найти все максимальные пути из вершины с номером 1 во все остальные вершины графа.

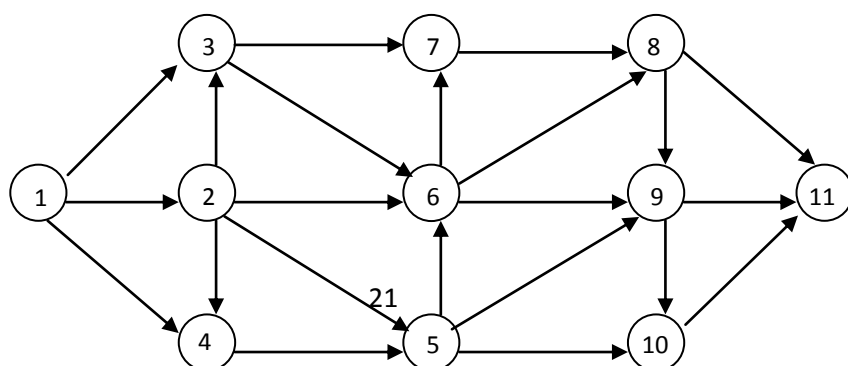


Рис. 5

8.1

(1,2)–	3	(2,4)–	9	(3,7)–	9	(5,10)–	11	(7,8)–	1	(9,11)–	5
(1,3)–	7	(2,5)–	2	(4,5)–	5	(6,7)–	5	(8,9)–	3	(10,11)–	8
(1,4)–	10	(2,6)–	7	(5,6)–	11	(6,8)–	6	(8,11)–	10		
(2,3)–	7	(3,6)–	5	(5,9)–	9	(6,9)–	6	(9,10)–	9		

8.2

(1,2)–	11	(2,4)–	3	(3,7)–	3	(5,10)–	5	(7,8)–	8	(9,11)–	2
(1,3)–	5	(2,5)–	1	(4,5)–	6	(6,7)–	10	(8,9)–	4	(10,11)–	3
(1,4)–	6	(2,6)–	11	(5,6)–	3	(6,8)–	9	(8,11)–	10		
(2,3)–	11	(3,6)–	4	(5,9)–	1	(6,9)–	8	(9,10)–	10		

8.3

(1,2)–	9	(2,4)–	11	(3,7)–	9	(5,10)–	10	(7,8)–	4	(9,11)–	10
(1,3)–	3	(2,5)–	4	(4,5)–	3	(6,7)–	2	(8,9)–	10	(10,11)–	10
(1,4)–	2	(2,6)–	4	(5,6)–	8	(6,8)–	9	(8,11)–	5		
(2,3)–	6	(3,6)–	8	(5,9)–	3	(6,9)–	9	(9,10)–	10		

8.4

(1,2)–	5	(2,4)–	3	(3,7)–	1	(5,10)–	7	(7,8)–	2	(9,11)–	9
(1,3)–	2	(2,5)–	7	(4,5)–	1	(6,7)–	9	(8,9)–	11	(10,11)–	2
(1,4)–	10	(2,6)–	9	(5,6)–	2	(6,8)–	10	(8,11)–	5		
(2,3)–	3	(3,6)–	10	(5,9)–	10	(6,9)–	10	(9,10)–	6		

Лабораторная работа 6: Анализ сетевых графиков

Цель работы: Освоить метод критического пути для анализа сетевых графиков.

Задание. Рассматривая графы, представленные в задачах 8.1–8.4, как сетевые графики, провести их анализ.

Лабораторная работа 7: Построение максимального потока

Цель работы: Освоить методы решения задачи о максимальном потоке в сети.

Задание. Для графов, представленных в задачах 8.1–8.4, найти максимальный поток из вершины $s = 1$ (источник) в вершину $t = 11$ (сток).

Лабораторная работа 8: Графическое решение задач линейного программирования

Цель работы: Освоить графический метод решения простейших задач линейного программирования, усвоить геометрическую идею симплекс-метода.

Задание. В задачах 1.1, 1.2, для заданных

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad C = (c_1 \quad c_2) \quad \text{решить графическим}$$

методом задачу линейного программирования

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max,$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1,$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2,$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq b_3,$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

$$1.1. \quad A = \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ 0 & 5 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 \\ 25 \\ 10 \end{pmatrix}; \quad C = (6, 5).$$

$$1.2. \quad A = \begin{pmatrix} 6 & 0 \\ 1 & 2 \\ -4 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 24 \\ 16 \\ 6 \end{pmatrix}; \quad C = (2, 1).$$

Лабораторная работа 9: Решение задач линейного программирования методом искусственного базиса

Цель работы: Освоить метод искусственного базиса для решения задач линейного программирования, усвоить основные этапы симплекс-метода.

Задание. В задачах 2.1, 2.2, для заданных C, A, B

решить симплекс-методом каноническую задачу линейного программирования

$$l(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5 \rightarrow \max ;$$

2.1 $C=(1,5,-2,5,-1);$

2.2 $C=(3,-1,3,4,2);$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -5 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 8 \\ -20 \\ 12 \end{pmatrix}.$$

$$A = \begin{pmatrix} -3 & -1 & 1 & 0 & 19 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -28 \\ -2 & 0 & 0 & -1 & 11 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 136 \\ -182 \\ -6 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 10: Анализ чувствительности в линейном программировании

Цель работы: Освоить метод анализа чувствительности решений задач линейного программирования, усвоить основные идеи теории двойственности в линейном программировании.

Задание. Провести анализ устойчивости канонической задачи линейного программирования из 2.1, 2.2.

Лабораторная работа 11: Решение транспортных задач линейного программирования

Цель работы: Освоить методы решения транспортных задач линейного программирования.

Задание. В задачах 9.1, 9.2 количество однородного продукта, сосредоточенного в 4 пунктах отправления, задано вектором A. Этот продукт необходимо доставить в 5 пунктов назначения в количествах, заданных вектором B. Стоимости перевозки единицы продукта из пунктов отправления в пункты назначения заданы матрицей C. Найти методами «северо-западного» угла, минимального элемента и двойного предпочтения исходные опорные планы, выбрать из них лучший и затем методом потенциалов найти оптимальный план перевозок.

$$9.1 \quad B=(3;20;47;8;16);$$

$$A=\begin{pmatrix} 19 \\ 14 \\ 27 \\ 34 \end{pmatrix}; C=\begin{pmatrix} 5 & 9 & 10 & 5 & 1 \\ 18 & 15 & 10 & 12 & 15 \\ 17 & 10 & 10 & 9 & 14 \\ 9 & 5 & 5 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

$$9.2 \quad B=(18;26;16;31;14);$$

$$A=\begin{pmatrix} 25 \\ 11 \\ 33 \\ 36 \end{pmatrix}; C=\begin{pmatrix} 4 & 9 & 16 & 13 & 17 \\ 10 & 12 & 13 & 13 & 17 \\ 2 & 7 & 10 & 15 & 9 \\ 1 & 8 & 4 & 5 & 8 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 12: Решение задачи о назначениях

Цель работы: Освоить метод решения задачи о назначениях, как специальной транспортной задачи линейного программирования.

Задание. В задачах 10.1, 10.2 для пяти работников и пяти видов работ заданы матрицы C затрат на выполнение каждым работником всех видов работ. Найти оптимальный план назначений на работы.

$$10.1 \quad C=\begin{pmatrix} 11 & 9 & 10 & 15 & 1 \\ 17 & 12 & 13 & 18 & 8 \\ 9 & 8 & 15 & 12 & 11 \\ 6 & 11 & 13 & 16 & 6 \\ 12 & 14 & 14 & 10 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$10.2 \quad C=\begin{pmatrix} 10 & 3 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 3 & 4 & 6 \\ 10 & 7 & 6 & 6 & 10 \\ 8 & 9 & 1 & 11 & 6 \\ 11 & 12 & 8 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 13: Графический метод решения матричных игр

Цель работы: Освоить графический метод решения простейших матричных игр.

Задание 1. Для игры заданной платежной матрицей A в упражнениях 11.1 – 11.3 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

Задание 2. Для игры заданной платежной матрицы $C = A^T$, где A из 11.1 – 11.3 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

$$11.1 A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 9 \\ 7 & 9 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$11.2 A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$11.3 A = \begin{pmatrix} 9 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 9 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 14: Решение матричных игр симплекс-методом

Цель работы: Освоить способ решения матричных игр, основанный на применении симплекс-метода.

Задание. В задачах 12.1, 12.2 для игры, заданной платежной матрицей A , найти: нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

$$12.1 A = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 7 & 4 \\ 9 & 6 & 3 & 6 \\ 8 & 7 & 1 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$12.2 A = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 2 & 9 \\ 6 & 4 & 8 & 2 \\ 8 & 9 & 6 & 6 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 15: Решение матричных игр приближенным методом

Цель работы: Освоить приближенный способ решения матричных игр, основанный на моделировании хода игры.

Задание. В задачах 12.1, 12.2 для игры, заданной платежной матрицей A , найти: нижнее и верхнее значения игры; приближенные оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; приближенную цену игры.

Лабораторная работа 16: Решение биматричных игр графическим методом

Цель работы: Освоить графический способ решения биматричных игр (метод зигзага).

Задание. В задачах 11.1 – 11.3 для биматричных игр 2×2 , заданных парами платежных матриц, найти методом зигзага: оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры для каждого из игроков.

Лабораторная работа 17: Сведение биматричных игр к решению задач линейного программирования (графическое решение)

Цель работы: Освоить графический способ решения простейших биматричных игр, сведением их к задачам линейного программирования и проверки условий равновесия смешанных стратегий биматричной игры.

Задание. В задачах 15.1 – 15.3 для биматричных игр, заданных парами платежных матриц A , B осуществить редукцию к задачам линейного программирования и найти: оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры для каждого из игроков.

$$15.1 \ A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 9 \\ 7 & 9 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$15.2 \ A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$15.3 \ A = \begin{pmatrix} 9 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$15.1 \ B = \begin{pmatrix} 7 & 9 & 2 \\ 6 & 3 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$15.2 \ B = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$15.3 \ B = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 6 & 9 & 8 \end{pmatrix}.$$

Лабораторная работа 18: Сведение биматричных игр к решению задач линейного программирования (решение с помощью симплекс- метода)

Цель работы: Освоить способ решения биматричных игр, сведением их к задачам линейного программирования и проверки условий равновесия смешанных стратегий биматричной игры.

Задание. В задачах 16.1, 16.2 для биматричных игр, заданных парами платежных матриц A , B , осуществить редукцию к задачам линейного программирования и найти: оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры для каждого из игроков.

$$16.1 \ A = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 7 & 4 \\ 9 & 6 & 3 & 6 \\ 8 & 7 & 1 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$16.2 \ A = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 2 & 9 \\ 6 & 4 & 8 & 2 \\ 8 & 9 & 6 & 6 \end{pmatrix}.$$

$$16.1 \ B = \begin{pmatrix} 9 & 6 & 5 & 6 \\ 5 & 6 & 8 & 3 \\ 2 & 1 & 4 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$16.2 \ B = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 & 8 \\ 2 & 6 & 8 & 3 \\ 8 & 7 & 5 & 6 \end{pmatrix}.$$

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерный перечень контрольных работ

1. Указания по выполнению контрольной работы.

Условия контрольной работы студенты получают в ходе семестра на кафедре. На выполнение работы отводится три месяца. Выполненную и оформленную по установленным формам контрольную работу следует сдать преподавателю, ведущему практические занятия по данной дисциплине.

После проверки контрольная работа возвращается студенту с пометкой на обложке тетради " Работа допущена к защите" или " Работа не допущена к защите", с подписью преподавателя и датой проверки. В первом случае работа может быть защищена (в форме беседы с преподавателем) в любое время до экзаменационной сессии. Работа, не допущенная к защите, подлежит переработке с учетом указанных в ней замечаний.

Приступить к выполнению контрольной работы следует лишь после изучения соответствующего теоретического материала и получения, в случае необходимости, методической помощи на консультациях. После сдачи экзамена контрольная работа остается у экзаменатора.

2. Правила выбора задач контрольной работы

Контрольная работа состоит из пяти заданий.

1. Составление математической модели задачи принятия решения.
2. Решение задачи линейного программирования графическим методом.
3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом или двухфазным симплекс-методом.
4. Решение транспортной задачи методом потенциалов.

5. Решение матричных игр.

Номера индивидуальных задач по всем пяти заданиям определяются преподавателем.

Работы, выполненные не по соответствующим вариантам, к проверке не принимаются.

3. Условия контрольной работы

Задание №1. Составление математической модели задачи принятия решения.

1. Фирма "Лесная пилюрама" столкнулась с проблемой наиболее рационального использования ресурсов лесоматериалов, имеющихс в одном из принадлежащих этой фирме лесных массивов. В районе данного массива имеется лесопильный завод и фабрика, на которой изготавливается фанера. Таким образом, лесоматериалы можно использовать как для производства пиломатериалов, так и для изготовления фанеры.

Чтобы получить $2,5 \text{ м}^3$ коммерчески реализуемых комплектов пиломатериалов, необходимо израсходовать $2,5 \text{ м}^3$ еловых и $7,5 \text{ м}^3$ пихтовых лесоматериалов. Для приготовления 100 м^3 фанеры требуется 5 м^3 еловых и 10 м^3 пихтовых лесоматериалов. Лесной массив содержит 80 м^3 еловых и 180 м^3 пихтовых лесоматериалов.

Согласно условиям поставок, в течение планируемого периода необходимо произвести, по крайней мере, 10 м^3 пиломатериалов и 1200 м^3 фанеры. Доход с 1 м^3 пиломатериалов составляет 16 долл., а со 100 м^3 фанеры - 60 долл.

Задание №2. Решение задачи линейного программирования графическим методом

$$1. -x_1 + x_2 \leq 3,$$

$$5x_1 + 3x_2 \leq 97,$$

$$x_1 + 7x_2 \geq 77;$$

$$f = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \text{extr}$$

$$2. 3x_1 - x_2 \geq 9,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 50,$$

$$-x_1 + 4x_2 \geq 19;$$

$$f = x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr}$$

Задание № 3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом или двухфазным симплекс-методом

$$1. -2x_1 + x_2 - x_3 + x_5 \rightarrow \min,$$

$$-2x_2 + x_4 + x_5 = -3,$$

$$x_3 - 2x_4 = 2,$$

$$x_1 + 3x_2 - x_4 \leq 5,$$

$$x_1 + x_2 \geq -3$$

$$x_j \geq 0, j=1, \dots, 5.$$

$$2. -8x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 15x_4 \rightarrow \min,$$

$$-x_1 + 3x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 25,$$

$$2x_1 + x_2 + x_3 + 5x_4 \leq 10,$$

$$10x_1 + 2x_2 + 2x_3 - 5x_4 \leq 26,$$

$$x_j \geq 0, j=1, \dots, 4.$$

Задание № 4. Решение транспортной задачи методом потенциалов.

$$1. a_1 = 200, \quad b_1 = 90,$$

$$a_2 = 150, \quad b_2 = 100,$$

$$a_3 = 150, \quad b_3 = 70,$$

$$b_4 = 130,$$

$$b_5 = 110;$$

$$C = \begin{bmatrix} 12 & 15 & 21 & 14 & 17 \\ 14 & 8 & 15 & 11 & 21 \\ 19 & 16 & 26 & 12 & 20 \end{bmatrix};$$

Задание № 5. Решение матричной игры: а) показать существование или отсутствие чистых оптимальных стратегий; б) выполнить доминирование; в) свести исходную матричную игру к паре двойственных задач линейного программирования.

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

$$2. A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

ТЕСТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ОПЕРАЦИЙ

Общие вопросы

- 1). Исследование операций - это наука, изучающая:
 1. Математические модели для выбора величин (чисел, функций), оптимизирующих заданную математическую конструкцию (критерий).
 2. Проблемы принятия решений в условиях анализа большого количества информации разной природы.
 3. Модели и методы управления и преобразования информации
- 2). Модели исследования операций делятся на математические, имитационные, эвристические согласно классификатора:
 1. Степень абстракции.
 2. Наличие случайного фактора.
 3. Наличие временного фактора
- 3). Проверка адекватности модели включает проверку:
 1. Непротиворечивости и устойчивости.
 2. Реалистичности и работоспособности.
 3. Непротиворечивости, устойчивости, реалистичности, работоспособности.

ТЕСТЫ ПО ТЕОРИИ ИГР

Общие вопросы

- 1). Под игрой в теории игр понимается:

1. Экстремальная задача.
 2. Математическая модель конфликтной ситуации.
 3. Оптимизация задач с ограничениями.
- 2). При делении игр на антагонистические, бескоалиционные, кооперативные в качестве классификатора выбирается:
1. Множество игроков.
 2. Интересы.
 3. Вид функции выигрыша.

Матричные игры

- 1). Матричной игрой называют:
 1. Конечную антагонистическую игру.
 2. Бесконечную антагонистическую игру.
 3. Конечную позиционную игру.
- 2). Оптимальной стратегией первого игрока в матричной игре является его:
 1. Максиминная стратегия.
 2. Минимаксная стратегия.
 3. Таксимаксная стратегия.
- 3). Матричная игра имеет решение в чистых стратегиях, если:
 1. $\underline{v} = \bar{v}$.
 2. $\underline{v} > \bar{v}$.
 3. $\underline{v} < \bar{v}$.
- 4). Игрок, следуя принципу минимакса в матричной игре, получает:
 1. Максимальный выигрыш.
 2. Минимальный выигрыш.
 3. Гарантированный выигрыш (не самый большой).
- 5). Игроки, применяя свои максиминные и минимаксные стратегии в матричной игре, создают неустойчивую ситуацию, которую один из игроков может изменить с выгодой для себя, если:

1. $\underline{v} = \bar{v}$.

2. $\underline{v} > \bar{v}$.

3. $\underline{v} < \bar{v}$.

6). Решением матричной игры является:

1. Пара оптимальных стратегий.
2. Цена игры.
3. Седловые точки и значение игры.

7). Любая матричная игра:

1. Не всегда имеет решение.
2. Имеет решение в чистых стратегиях.
3. Имеет решение в смешанных стратегиях.

8). Принцип равновесия в матричной игре:

1. Не существует.
2. Отличен от принципа минимакса.
3. Совпадает с принципом минимакса.

9). Принцип доминирования является:

1. Принципом запрета.
2. Принципом оптимальности.
3. Принципом равновесия.

10). В спектре смешанной оптимальной стратегии не содержится:

1. Чистая стратегия.
2. Доминируемая чистая стратегия.
3. Строго доминируемая чистая стратегия.

11). Игра $\Gamma' = \langle X^0, Y^0, H' \rangle$ называется подигрой игры $\Gamma = \langle X, Y, H \rangle$, если функция H' является сужением функции H на множестве $Y^0 \times X^0$ и :

1. $X^0 \subset X$, $Y^0 \subset Y$.

2. $X^0 \supset X$, $Y^0 \supset Y$.

3. $X^0 \subset X$, $Y^0 \supset Y$.

12). Линейное преобразование элементов матричной игры (умножение на положительное число и (или) прибавление вещественного числа):

1. Не влияет на решение игры.
2. Изменяет только цену игры, не меняя оптимальных стратегий.
3. Изменяет оптимальные стратегии, не меняя цены игры.

13). Потери некоторых решений в матричной игре можно избежать, если исключить:

1. Доминируемые стратегии.
2. Недоминируемые стратегии.
3. Строго доминируемые стратегии.

14). Любую матричную игру можно решить, используя:

1. Прямое решение игры.
2. Графоаналитический метод.
3. Симплекс-метод.

15). Биматричная игра относится к классу:

1. Матричных игр.
2. Бескоалиционных игр.
3. Кооперативных игр.

Бескоалиционные игры

1). В бескоалиционной игре:

1. Интересы участников совпадают.
2. Участники преследуют противоположные интересы.
3. Участники преследуют различные, но не обязательно противоположные интересы.

2). Принципом оптимальности в бескоалиционных играх служит:

1. Принцип минимакса.
2. Точка Нэша.

3. Н – М – решение.

3). Любая конечная бескоалиционная игра:

1. Не всегда имеет ситуацию равновесия.
2. Имеет хотя бы одну ситуацию равновесия в чистых стратегиях.
3. Имеет хотя бы одну ситуацию равновесия в смешанных стратегиях.

4). В бескоалиционных играх существует:

1. единственный принцип оптимальности – ситуация равновесия по Нэшу.
2. Два принципа оптимальности: равновесие по Нэшу, оптимальность по Парето.
3. Множество принципов оптимальности: равновесие по Нэшу, оптимальность по Парето, принцип минимакса и т.д.

Кооперативные игры

1). В кооперативных играх возможность сотрудничества между её участниками:

1. Не оговаривается.
2. Исключена.
3. Разрешена.

2). Необязательность кооперативного соглашения между участниками игры предлагает:

1. Подписание соглашения.
2. Наличие контролирующего органа.
3. Выгодность соблюдения.

3). Нетрансферабельным выигрышам соответствует:

1. Кооперативные игры без побочных платежей в форме множественно-значной функции.
2. Кооперативные игры в форме характеристической функции с побочными платежами.
3. Бескоалиционные игры.

4). Результат кооперативного соглашения зависит:

1. От выбора стратегии каждым игроком.
2. От выбора совместной стратегии игроками.
3. От возможных способов раздела общего дохода между игроками.

5). Кооперативная игра называется несущественной, если:

1. Характеристическая функция не аддитивна.
2. Характеристическая функция аддитивна.
3. Характеристическая функция супераддитивна.

6). Множество дележей в кооперативной игре:

1. Пусто.
2. Конечно.
3. Бесконечно.

7). Дележ ξ доминирует дележ η :

1. По коалиции S , где $S \subset N$, N - максимальная коалиция.
2. По одноэлементной коалиции $\{i\} \subset N$.
3. По максимальной коалиции N .

8). Взаимосвязь между s – ядром и $H - M$ – решением:

1. Отсутствует.
2. Если s – ядро не пусто и $H - M$ – решение существует, то оно содержит s – ядро.
3. Если s – ядро не пусто и $H - M$ – решение существует, то оно содержится в s – ядре.

9). Эксцесс $e(\xi, \eta)$ можно трактовать как:

1. Идеальный дележ ξ коалиции S .
2. Меру неудовлетворенности игроков коалиции S дележом ξ .
3. Меру удовлетворенности игроков коалиции S дележом ξ .

10). p – ядром называется:

1. Максимальный элемент отношения предпочтения по эксцессу.
2. Множество недоминируемых дележей.
3. Подмножество дележей, удовлетворяющие условиям внешней и внутренней устойчивости.

11). Взаимосвязь между s – ядром и p – ядром:

1. Отсутствует.

2. Если s -ядро не пусто, то p -ядро $\subset s$ -ядру.

3. Если s -ядро не пусто, то p -ядро $\supset s$ -ядру.

12). Решением кооперативной игры, не связанное с устойчивостью поведения игроков:

1. s -ядро.

2. Н – М – решение.

3. p -ядро.

13). Взаимосвязь между s -ядром и вектором Шепли:

1. Отсутствует.

2. Если s -ядро не пусто, то вектор Шепли содержится в s -ядре.

3. Если s -ядро не пусто, то вектор Шепли не всегда содержится в s -ядре.

14). Принцип оптимальности кооперативной игры, который не носит нормативный характер:

1. Вектор Шепли.

2. Решение арбитражной схемы.

3. s -ядро.

15). Принцип оптимальности, имеющий практическую значимость для кооперативной игры без побочных платежей:

1. Вектор Шепли.

2. Решение арбитражной схемы.

3. s -ядро.

16). Принцип оптимальности кооперативной игры, содержащий одновременно много различных и не равноценных для отдельных игроков дележей:

1. Н – М – решение.

2. Вектор Шепли.

3. Решение арбитражной схемы.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Определение игры, конфликта, игрока, стратегии, функции выигрыша, игры.
2. Процесс разыгрывания игры. Классификация игр по времени, множеству игроков, интересам, стратегиям, функциям выигрыша.
3. Основные вопросы теории игр: выбор принципа оптимальности, его реализуемость, нахождение оптимальной стратегии.

4. Модели матричной игры. Определение нижней и верхней цен игры, максимальной и минимальной стратегии игроков.
5. Определение седловой точки, оптимальных стратегий. Принцип минимакса.
6. Определение смешанной стратегии, ожидаемого выигрыша, верхней и нижней цен матричной игры.
7. Принцип минимакса в смешанных стратегиях. Основная теорема матричных игр.
8. Решение матричных игр « $2 \times n$ » и « $m \times 2$ ».
9. Приближенное решение матричных игр.
10. Сведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования, определение оптимальных стратегий и цены игры.
11. Определение бескоалиционной игры. Модель БИ. Разыгрывание БИ. Классификация.
12. Определение ситуации равновесия по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях.
13. Теорема о существовании решений в смешанных стратегиях. Способ нахождения точек равновесия.
14. Графическое решение биматричных игр (метод зигзага).
15. Определение коалиционной игры (КИ). Модель КИ в нормальной форме. Определение коалиции.
16. Список вопросов, включаемых в переговоры об объединении в коалицию. Образование максимальной коалиции.
17. Виды выигрышей: трансферабельные, нетрансферабельные.
18. Определение характеристической функции (х.ф.). Свойства х.ф. Математическая модель КИ в форме х.ф.
19. Кооперация на основе угроз.
20. Становление исследования операций (ИО) как научной дисциплины. Определение ИО. Предмет ИО. ИО как наука и искусство.
21. Основные разделы ИО. Структурные характеристики задач ИО. Управляемые, неуправляемые переменные. Ограничения, целевая функция. Параметры.
22. Классификация моделей ИО (математические, имитационные, эвристические, детерминированные, стохастические, статические, динамические).
23. Задача проектирования оптимальной сети коммуникаций.
24. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса.
25. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса.
26. Задачи поиска оптимальных путей. Алгоритм построения кратчайшего пути. Дерево кратчайших путей.
27. Алгоритм построения пути наибольшей пропускной способности. Дерево путей наибольшей пропускной способности.
28. Алгоритм поиска всех кратчайших путей.
29. Анализ сетевых графиков. Временные параметры сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути.

30. Задача о максимальном потоке в сети. Алгоритм поиска максимального потока в сети. Сведение задачи о максимальном потоке к задаче линейного программирования.
31. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
32. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях.
33. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце.
34. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце.
35. Определение и структура генетических алгоритмов.
36. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования.
37. Графическое решение задач линейного программирования.
38. Решение задач линейного программирования методом искусственного базиса.
39. Анализ чувствительности в линейном программировании.
40. Решение транспортных задач линейного программирования и их свойства.

Критерии выставления оценок.

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основном теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная литература:

1. Колбин, В.В. Математические методы коллективного принятия решений [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 254 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60042.
2. Колокольников В. Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) [Электронный ресурс] : / Колокольников В. Н., О.А. Малафеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 623 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3551.
3. Есипов, Б.А. Методы исследования операций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68467>.
4. Благодатских, А.И. Сборник задач и упражнений по теории игр [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Благодатских, Н.Н. Петров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49465>.
5. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865>.
6. Ногин, В.Д. Сужение множества Парето: аксиоматический подход [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2016. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91159>.
7. Мазалов, В.В. Переговоры. Математическая теория [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Мазалов, А.Э. Менчер, Ю.С. Токарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4359>.

5.2. Дополнительная литература:

1. Стрекаловский, А.С. Биматричные игры и билинейное программирование [Электронный ресурс] : монография / А.С. Стрекаловский, А.В. Орлов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59481>.
2. Ржевский, С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань». <http://e.lanbook.com>

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Контрольная работа представляет собой самостоятельную реферативную работу студентов. Каждый студент выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на зачете, где происходит ее защита.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Творческие задания (проекты), способствующие формированию компетенций базовой части ООП

Игровые технологии в математике сегодня рассматривается как одно из главных новых направлений при решении задач маркетинга.

Основные направления игровых технологий для формализации реальных конфликтных ситуаций:

- Поведенческие игры;
- Рефлексивные игры;
- Переговорные процессы.

Проведите анализ по одной из выбранных вами тематик (не менее 10 слайдов и 20 листов текста). Возможно использование звукового сопровождения, анимации (аудио-, и видеоматериала).

На первой странице слайда обязательно укажите Ф.И.О. автора, курс. Оценивается работа по следующим критериям:

- полнота представленного материала;
- оформление;
- представление и защита.

Темы презентаций и докладов

1. Многомерная теория полезности.
2. Поведенческая теория игр.
3. Рефлексивные игры.
4. Переговоры.
5. Конкуренция с позиций теории игр.

6. Теория перспектив.
7. Метод анализа иерархий.
8. Мультипликативный метод анализа иерархий.
9. Игры с природой.
10. Игры на разорение.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
4. Statistica Neural Network (раздел 2 дисциплины).
5. Matlab Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, ANFIS (разделы 3 и 5 дисциплины).

8.2 Перечень информационных справочных систем

Обучающимся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, профессиональным справочным и поисковым системам:

Электронная библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>)

Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com>)

Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>)

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<https://znanium.com>)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) BOOK.ru (<http://www.book.ru>)

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

Справочно-правовая система «Гарант» (<http://www.garant.ru>)

«Консультант студента» (www.studentlibrary.ru)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Занятия лекционного типа	Аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ауд. 129, 131, 133, А305, А307).
2.	Групповые и индивидуальные консультации	Аудитории для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья): (ауд. 129, 131).
3.	Лабораторные занятия	Учебная мебель, компьютерная техника (компьютерные классы: 101, 105/1, 107(2), 107(3), 107(5)); учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютерные классы: 106, 106а, А301).
4.	Текущий контроль,	Аудитории для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные необходимой

	промежуточная аттестация	мебелью (доска, столы, стулья) (ауд. 129, 131,133, А305, А307, 147, 148. 149, 150, 100С, А301б, А512); аудитории с компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в «Интернет» (106, 106а, А301).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитории: 102а, читальный зал).