

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 9 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 10.06.2021 № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.2021 № 9/1

Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор _____ А.А. Куркин
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению учебно-методическим советом института ИРИТ, Протокол № 1 от 10.06.2021 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02-П-38
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись)

Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	27
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ....	29
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	33

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является изучение методов теории игр и исследования операций, включая классификацию игр и задач исследования операций, непрерывные вогнуто-выпуклые игры, матричные игры, многошаговые игры с полной информацией, игры на графах, биматричные игры и непрерывные игры с ненулевой суммой, динамическое программирование.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): усвоение классификации игр и задач исследования операций, классических результатов об условиях существования равновесия по Нэшу, принципа оптимальности Беллмана в динамическом программировании, а также методов решения непрерывных вогнуто-выпуклых игр, матричных игр, многошаговых игр с полной информацией, игр на графах, биматричных игр и непрерывных игр с ненулевой суммой, а также задач динамического программирования.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.7 Теория игр и исследование операций включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Основы информатики, Языки и методы программирования, Теория игр и исследование операций в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами², на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория игр и исследование операций» являются Математический анализ, Алгебра и геометрия, Теория игр и исследование операций.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Математическое моделирование биологических процессов и систем, Методы исследования операций (в магистратуре) и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является сочетание аналитических и численных методов.

² Для дисциплин, которые изучаются в первом семестре, предшествующие курсы не указываются

Рабочая программа дисциплины «Теория игр и исследование операций» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки (специальности):

а) универсальных (УК): -

б) общепрофессиональных -

в) профессиональных (ПК): ПКС-1 Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
Код компетенции ПКС-1	1	2	3	4	5	6	7	8
Уравнения математической физики					*	*		
Механика сплошных сред					*	*		
Элементы теории операторов монотонного типа						*		

Математическое моделирование биологических процессов и систем						*		
Интегральные уравнения							*	
Элементы дифференциальной геометрии и тензорного анализа							*	
Методы стохастического анализа							*	
Вариационное исчисление							*	
Численные методы гидродинамики								*
Методы компьютерной томографии								*
Технологическая (проектно-технологическая) практика				*		*		
Преддипломная практика								*
Теория игр и исследование операций								*

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетен-ции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу	ИПКС-1.2. Разрабатывает математические и информационные модели объектов профессиональной деятельности, выделяет подсистемы и их функции	Знать: основные понятия и терминологию исследования операций и теории игр; примеры задач, решаемых методами исследования операций и теории игр; подходы к формализации матричных игр и задач динамического программирования, позволяющие применение к их решению компьютерных технологий	Уметь: применять методы исследования операций и теории игр к исследованию теоретических проблем и решению прикладных задач; осуществлять правильный выбор метода, подходящего к решению той или иной задачи	Владеть: основными методами решения матричных игр – методом сведения к задаче линейного программирования, графическим методом и методом крайних стратегий, методом решения неантагонистических матричных игр, методом Куна для решения позиционных игр и методом динамического программирования; навыками применения компьютерных технологий для численного решения матричных игр	Домашние задания Курсовая работа	Экзаменационные билеты

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3³

Распределение трудоёмкости дисциплины⁴ по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		сем №8
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	56	56
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	48	48
занятия лекционного типа (Л)	24	24
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	24	24
лабораторные работы (ЛР)	0	0
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	8
текущий контроль, консультации по дисциплине ⁵	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	4	4

³ Таблица 3 заполняется идентично для всех форм обучения,

⁴ Шаблон таблицы для двух семестровой дисциплины. : -/- соответственно для очной, заочной форм обучения

⁵ Консультации 4 часа на группу (на дисциплину)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		сем №8
2. Самостоятельная работа (СРС)	88	88
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	24	24
курсовая работа (КР) (подготовка)	64	64
Подготовка к экзамену (контроль) ⁶	36	36

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Рекомендуется, чтобы в объем самостоятельной работы по дисциплине включались: не менее 1 часа самостоятельной работы на каждый час лабораторных занятий, не менее 0,75 часа самостоятельной работы на каждый час практических занятий, не менее 0,25 часа самостоятельной работы на каждый час лекционных занятий.

В разделе 2 таблицы 3 указываются все виды самостоятельной работы (СРС), указанные в рабочей программе. Все виды самостоятельной работы должны быть конкретизированы. Например, при изучении литературы указывается ее номер по рабочей программе и конкретные страницы (или §) в ней. Для домашних заданий указываются конкретные номера примеров в литературном источнике.

Количество часов самостоятельной работы (СРС) распределяется по темам по усмотрению преподавателя, но с учетом необходимости подготовки к различным видам текущего контроля, выполнения расчетного задания и курсового проектирования. Объем самостоятельной работы, указанный в разделе 2, должен быть реализуем во время, указанное в графе СРС.

На выполнение курсовой работы, курсового проекта студенту (в рамках изучения дисциплины) отводится не менее одной зачетной единицы. На индивидуальное консультирование курсовых проектов/работ ППС отводится соответственно 3/2 часа контактной работы на каждого студента. Допускается выполнение не более двух курсовых работ (проектов) в семестре.

На подготовку к экзамену и зачету с оценкой студенту отводится 36 часов, включая 34 часа самостоятельной работы студента и 2 часа контактной работы (на консультацию перед экзаменом).

⁶ Количество часов из учебного плана (колонка Контроль), ненужное удалить (зачет с оценкой или экзамен)

Промежуточная аттестация в форме зачета (без оценки) может проводиться как письменный или устный зачет по билетам, при этом на подготовку к зачету и сдачу зачета отводится 18 часов, включая 17,65 часа самостоятельной работы студента и 0,35 часа контактной работы (на прием зачета). Оценка по промежуточной аттестации в форме зачета также может определяться по совокупности результатов текущего контроля успеваемости по дисциплине, в этом случае отдельные часы на подготовку к зачету и сдачу зачета не выделяются.

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины

В подразделе приводится тематический план, детализируется расширенное содержание дисциплины по разделам и темам. Если дисциплина более одного семестра, то изучаемые разделы должны быть разбиты по семестрам (по модулям обучения). Содержание дисциплины должно определяться целью курса. Структурировано по разделам, темам и рассматриваемым вопросам.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
8 семестр									
ПКС-1: ИПКС-1.2	Раздел 1 (Предмет исследования операций) ¹¹								
	Тема 1.1(Предмет исследования операций) Предмет и задачи исследования операций. Примеры практических задач и их формализация. Краткая историческая справка. Общий план курса.	2	0	0	2	Самоподготовка, 1.1 (ст.5-26)			
	Итого по 1 разделу	2	0	0	2				
	Раздел 2 (Антагонистические игры в нормальной форме)								

⁷ указывается вид СРС с указанием порядкового номера учебника, учебного пособия, методических разработок, указанных в разделе 6 настоящей РПД, например, 1.2 стр 56-72

⁸ Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги и т.п

⁹ приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел _____)

¹⁰ при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов) , прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

¹¹ приводятся содержание разделов, в том числе тех, которые изучаются студентами самостоятельно

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.1 (Принцип гарантированного результата) Предмет теории игр. Классификация игр. Антагонистическая игра в нормальной форме: общая постановка, понятие выигрыша, принцип гарантированного результата, понятие максиминной и минимаксной стратегии, понятие седловой точки, основные свойства седловых точек, понятие равновесия по Нэшу, критерий седловой точки. Примеры.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.204-209)			
	Тема 2.2 (Вогнуто-выпуклые непрерывные игры) Достаточные условия существования максиминных и минимаксных стратегий, достаточные условия существования седловой точки, алгоритм поиска седловой точки. Примеры.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.209-215)			
	Итого по 2 разделу	2	0	2	2				
	Раздел 3 (Матричные игры)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.1 (Критерий существования седловой точки) Постановка матричной игры. Примеры матричных игр. Понятие нижнего и верхнего значения игры. Критерий существования седловой точки.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст. 204-209)			
	Тема 3.2 (Смешанное расширение матричной игры) Смешанное расширение матричной игры. Примеры. Существование решения матричной игры в классе смешанных стратегий (теорема фон Неймана). Свойства решений в смешанных стратегиях.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.1 (ст.215-220, 227-232)			
	Тема 3.3 (Метод доминирования) Понятие доминирования стратегий, виды доминирования. Решение матричных игр методом доминирования.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.233-235)			
	Тема 3.4 (Графический метод) Огибающие семейства выпуклых и вогнутых функций и их свойства. Решение матричных игр графическим методом.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.235-237)			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.5 (Метод сведения к задаче линейного программирования) Переход от матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования и связь между ними. Решение матричных игр методом сведения к задаче линейного программирования.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.237-239)			
	Тема 3.6 (Метод крайних стратегий) Понятие простого решения. Формула простого решения. Понятие крайней стратегии. Свойства множества крайних стратегий. Решение матричных игр методом крайних стратегий.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.240-243)			
	Тема 3.7 (Примеры прикладных задач). Примеры прикладных задач, допускающих описание в виде матричных игр.	1	0	1	1	Самоподготовка (конспект лекции)			
	Итого по 3 разделу	8	0	8	8				
	Раздел 4 (Многошаговые игры)								
	Тема 4.1 (Игры с полной информацией) Многошаговые антагонистические игры с полной информацией. Игры на графе. Теорема Цермело. Примеры.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.1 (ст.252-254)			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.2 (Алгоритм Куна) Алгоритм Куна и его обоснование. Решение многошаговых игр по алгоритму Куна.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.1 (ст.255-257)			
	Итого по 4 разделу	4	0	4	4				
	Раздел 5 (Динамическое программирование)								
	Тема 5.1 (Постановка задачи динамического программирования) Динамическое программирование. Примеры прикладных задач, формализуемых в виде задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.2 (ст.84-111)			
	Тема 5.2 (Метод Беллмана) Решение задач динамического программирования с помощью принципа оптимальности Беллмана.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.2 (ст.92-111)			
	Итого по 5 разделу	4	0	4	4				
	Раздел 6 (Игры с ненулевой суммой)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁷	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁸	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁹ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁰ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6.1 (Решение неантагонистических игр в чистых стратегиях) Множества наилучших ответов. Решение биматричных игр в чистых стратегиях. Решение непрерывной игры двух лиц. Существование решения в вогнутых играх.	1	0	1	1	Самоподготовка, 1.1 (ст.274-280)			
	Тема 6.2 (Смешанные расширения биматричных игр) Критерий равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях. Свойство дополняющей нежесткости. Доминирование строк и столбцов. Графический метод решения биматричных игр.	2	0	2	2	Самоподготовка, 1.1 (ст.280-284)			
	Тема 6.3 (Примеры прикладных задач). Примеры прикладных задач, допускающих описание в виде биматричных и вогнутых игр.	1	0	1	1	Самоподготовка (конспект лекции)			
	Итого по 6 разделу	4	0	4	4				
	Курсовая работа (КР)	0	0	0	64				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	24	0	24	88				
	ИТОГО по дисциплине	24	0	24	88				

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, расчетно-графические работы, контрольные работы.

В разделе указывается перечень типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины; описание шкал оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. Представленные контрольные мероприятия должны соответствовать таблицам 2 и 4.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1. Примерная тематика курсовых работ

- 1) Аналитическое решение вогнуто-непрерывных игр, матричных игр, игр на графах, вогнутых непрерывных игр, биматричных игр;
- 2) Численное решение прикладных задач, допускающих формализацию в виде матричной игры, путем сведения к паре двойственных задач линейного программирования, с последующим применением симплекс-метода;
- 3) Численное решение прикладных задач, допускающих формализацию в виде вогнутой игры, путем минимизации штрафной функции для функции невязки методом Хука-Дживса;
- 4) Численное решение прикладных задач, допускающих формализацию в виде биматричной игры, путем минимизации штрафной функции для функции невязки методом Хука-Дживса.

Пример конкретного варианта задания:

Организация профилактического осмотра технической системы: Имеется техническая система, состоящая из 5 блоков элементов. Отказ одного из блоков приводит к отказу всей системы. Для предупреждения простоя системы целесообразно провести перед началом ее работы проверку и замену неисправных элементов одного из блоков. Если проверялся блок $j \in \overline{1,5}$, а отказывает блок $i \in \overline{1,5}$, $i \neq j$, то система простаивает, что приводит к убытку ℓ_i , который существенно превышает расходы π_i на профилактический осмотр и замену неисправных элементов отказавшего блока, поэтому можно считать $\pi_i = 0$. Требуется выбрать блок для профилактического осмотра наиболее оптимальным образом в смысле минимизации математического ожидания убытка. Данные о размере убытков приведены в таблице:

Убыток	Номер блока				
	1	2	3	4	5
ℓ_i	19	18	17	16	15

6.1.2. Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет и задачи исследования операций. Основные понятия. 2. Основные разделы исследования операций. 3. Принцип гарантированного результата. 4. Определение антагонистической игры в нормальной форме. Понятие седловой точки. 5. Теорема о существовании седловой точки в непрерывных антагонистических играх. 6. Определение матричной игры. Понятие максиминной и минимаксной стратегии, нижнего и верхнего значения игры. 7. Отыскание решения матричной игры в чистых стратегиях. 8. Определение смешанного расширения матричной игры. Теорема фон Неймана. 9. Критерий седловой точки в смешанных стратегиях в матричной игре. 10. Свойство дополняющей нежесткости смешанных решений матричных игр. 11. Теорема о масштабе и сдвиге. 12. Понятие простого решения матричной игры. Формулы простого решения. 13. Понятие крайних оптимальных смешанных стратегий в матричной игре. Теорема о крайних стратегиях. 14. Графический метод решения матричных игр (алгоритм). 	ПКС-1

15. Метод решения матричных игр сведением к паре двойственных задач линейного программирования (алгоритм). 16. Теорема о доминировании строк для матричных игр. 17. Теорема о доминировании столбцов для матричных игр. 18. Теорема о блочном доминировании для матричных игр. 19. Определение многошаговой игры. 20. Теорема Цермело о существовании решения в многошаговой игре с полной информацией. Процедура редукции (алгоритм Куна). 21. Решение многошаговых игр, представленных графом. 22. Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. 23. Алгоритм решения задачи динамического программирования методом Беллмана. 24. Примеры задач динамического программирования. 25. Множества наилучших ответов. Решение биматричных игр в чистых стратегиях. 26. Решение непрерывной игры двух лиц. 27. Существование решения в вогнутых играх. 28. Критерий равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях в биматричных играх. 29. Свойство дополняющей нежесткости в биматричных играх. 30. Доминирование строк и столбцов в биматричных играх. 31. Графический метод решения биматричных игр.	
---	--

6.1.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПКС-1

1. Дана матрица. Для соответствующей матричной игры варианты заданий:

- 1) решить матричную игру (любым способом);
- 2) проверить, что заданная тройка $\{p^*, q^*, v\} \in P \times Q \times R$ является решением игры (использовать критерий седловой точки в смешанных стратегиях);

- 3) найти ситуацию равновесия и значение игры;
- 4) по известному значению игры и оптимальной смешанной стратегии первого игрока найти оптимальную смешанную стратегию второго игрока или наоборот (использовать свойство дополняющей нежесткости);
- 5) решить графически;
- 6) решить, используя метод доминирования;
- 7) решить, используя метод сведения к задаче линейного программирования.

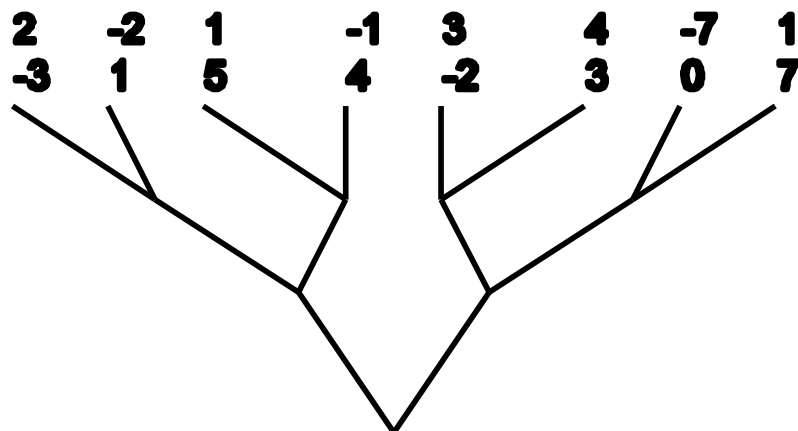
2. Решить методом динамического программирования задачу об эвакуации ценностей:

Предмет Π_i	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
Вес q_i , кг	2	8	12	15
Стоимость c_i , у.е.	5	12	21	31

3. Решить методом динамического программирования задачу о распределении ресурсов: имеется три предприятия, доходность которых в зависимости от вложенных средств приведена в таблице. Исходный запас средств $K = 4$.

x , у.е.	1	2	3	4
φ_1 , у.е.	0.4	1.1	1.3	3
φ_2 , у.е.	0.2	0.6	1.8	2.5
φ_3 , у.е.	0.8	1.3	1.7	2.1

4. Решить многошаговую игру, заданную графом:



6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Например, допустим следующий вариант:

Таблица 5

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу	ИПКС-1.2. Разрабатывает математические и информационные модели объектов профессиональной деятельности, выделяет подсистемы и их функции	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные методы теории игр и принцип оптимальности Беллмана, неумение их использовать; незнание условий применимости методов и неспособность их проверять	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные методы теории игр и принцип оптимальности Беллмана и условия их применимости, умеет их проверять, умеет применять указанные методы для решения типовых задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании; умеет применять методы теории игр и принцип оптимальности Беллмана для решения прикладных задач.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1.1	Васин А.А. Исследование операций : Учеб.пособие / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. - М. : Изд.центр "Академия", 2008. - 464 с. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - Библиогр.:с.454-457. - Предм.указ.:с.458-460. - ISBN 978-5-7695-4190-2.	10
1.2	Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : Учеб.пособие для вузов / Е. С. Вентцель. - 2-е изд.,стер. - М. : Высш.шк., 2001. - 208 с. : ил. - Библиогр.:с.206-207. - Предм.указ.:с.208. - ISBN 5-06-003993-5. <i>Варианты:</i> Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : Учеб.пособие / Е. С. Вентцель. - 4-е изд.,стер. - М. : Высш.шк., 2007. - 208 с. : ил. - Библиогр.:с.206-207. - Предм.указ.:с.208. - ISBN 978-5-06-005826-0.	69

	<p>Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : Учеб.пособие / Е. С. Вентцель. - 4-е изд.,стер. - М. : Дрофа, 2006. - 208 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.:с.205-206. - Предм.указ.:с.207-208. - ISBN 5-358-00340-1.</p> <p>Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. - 2-е изд.,стер. - М. : Наука, 1988. - 206 с. - Библиогр.:с.206-207. - Предм.указ.:с.208. - ISBN 5-02-013900-9.</p> <p>Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. - М. : Наука, 1980. - 208 с. - Библиогр.:с.206-207.</p>	
1.3	<p>Петросян Л.А. Теория игр : Учебник / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. В. Шевкопляс. - 2-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2012. - 432 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.:с.410-422. - Предм. указ.: с.423. - ISBN 978-5-9775-0484-3.</p>	5

7.2. Справочно-библиографическая литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	Учебные издания	
2.1	<p>Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций : Учеб.пособие / И. Д. Протасов. - М. : Гелиос АРВ, 2003. - 368 с. - Библиогр.:с.365-366. - Прил.:с.277-364. - ISBN 5-85438-068-4.</p>	47
2.2	<p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указаны на обороте тит.л.-Предм.указ.:с.395-402. - ISBN 5-85173-092-7.</p> <p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : ЮНИТИ, 2004. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указаны на обороте тит.л.- Предм. указ.: с.395-402. - ISBN 5-238-00636-5.</p> <p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : ЮНИТИ, 2003. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указаны на обороте тит.л.- Предм.указ.:с.395-402. - ISBN 5-85173-092-7.</p> <p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : ЮНИТИ, 2002. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указаны на обороте тит.л.- Предм. указ.: с.395-402. - ISBN 5-85173-092-7.</p> <p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : ЮНИТИ, 2001. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указаны на обороте тит.л.- Предм. указ.: с.395-402. - ISBN 5-85173-092-7.</p> <p>Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Юрайт, 2010. - 431 с. : ил. - (Основы наук). - Библиогр.:с.413-414. -</p>	63

	Авт.указаны на обороте тит.л.-Предм.указ.:с.415-430. - ISBN 978-5-9916-0235-8; 978-5-9692-0574-1.	
2.3	Волков И.К. Исследование операций : Учебник для втузов / И. К. Волков, Е. А. Загоруйко ; Под ред.В.С.Зарубина, А.П.Крищенко. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. - 436 с. : ил. - (Математика в техн.ун-те. Вып.20). - Библиогр.:с.426-427. - Прил.:с.394-425.- Предм.указ.:с.428-432. - ISBN 5-7038-1518-5(Вып.20). - ISBN 5-7038-1270-4. Волков И.К. Исследование операций : Учебник для втузов / И. К. Волков, Е. А. Загоруйко ; Под ред.В.С.Зарубина, А.П.Крищенко. - 2-е изд. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2002. - 436 с. : ил. - (Математика в техн.ун-те. Вып.20). - Библиогр.:с.426-427. - Прил.:с.394-425.-Предм.указ.:с.428-432. - ISBN 5-7038-1518-5(Вып.20). - ISBN 5-7038-1270-4.	10
2.4	Давыдов Э.Г. Исследование операций : Учеб.пособие для вузов / Э. Г. Давыдов. - М. : Высш.шк., 1990. - 382 с. : ил. - Библиогр.:с.380-381. - ISBN 5-06-001004-X.	6
2.5	Воробьев Н.Н. Теория игр. Лекции для экономистов-кибернетиков / Н. Н. Воробьев ; Ленингр.гос.ун-т им.А.А.Жданова. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1974. - 160 с.	1
2.6	Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики : Пер.с фр. / Э. Мулен. - М. : Мир, 1985. - 198 с.	2
	Задачники	
2.7	Журавлев С.Г. Теория игр : Сборник примеров и задач по социально-экономическим наукам / С. Г. Журавлев, В. В. Аниковский. - М. : Спутник+, 2008. - 303 с. : ил. - Библиогр.:с.300. - ISBN 978-5-9973-0084-5.	9
2.8	Лабскер Л.Г. Теория игр в экономике. Практикум с решениями задач : Учеб.пособие / Л. Г. Лабскер, Н. А. Ященко. - М. : Кнорус, 2012. - 262 с. - (Для бакалавров). - Библиограф.:с.258-259. - ISBN 978-5-406-01230-7.	1
2.9	Теория игр : Расчётные задания для студ.всех спец.очной, очно-заочной и заочной форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.:В.В.Аниковский, С.Д.Щуко, Л.Н.Ерофеева; Науч.ред.В.М.Галкин. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 17 с. - Библиогр.:с.17.	90
2.10	Исследование операций : Сборник расчётных заданий для студ.всех направлений и спец.и всех форм обучения. Ч.1 / НГТУ им Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.: Е.И.Верещагина [и др.]. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 28 с.	110
2.11	Исследование операций : Сборник расчётных заданий для студ.всех направлений и спец.и всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ им Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.: Е.И.Верещагина, Л.Н.Ерофеева, Е.О.Ромашевская. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 32 с.	10

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
3.1	Симплекс-метод решения задач линейного программирования (табличный вариант) : Метод.разработка для студ.спец."Прикл.математика" / НГТУ.ФИСТ.Каф."Прикл.математика"; Сост.А.В.Чернов; Науч.ред.О.Р.Козырев. - Н.Новгород : [Б.и.], 2002. - 40 с. - Библиогр.:с.39-40.	5
3.2	Основы выпуклого анализа : Метод.разработка для студ.спец.010200 "Прикл.математика и информатика" дневной формы обучения по курсу "Вариационное исчисление и Теория игр и исследование операций" / НГТУ.Каф."Прикл.математика"; Сост.:В.И.Сумин, А.В.Чернов; Науч. ред. И.П.Рязанцева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2004. - 48 с. : ил. - Библиогр.: с.48.	76

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Финансово-экономические показатели Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.minfin.ru/ru/statistics/> – Загл. с экрана.

8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется
---	------------------	-----------------------------------

		доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/
4	КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. -	http://www.consultant.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения (на 10.11.21)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
MatLAB R2008a (лицензия № 527840)	PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL)
	FreePascal IDE(свободное ПО, лицензия GNU GPL 2)
	Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
	Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3

1	<p>6421</p> <p>учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12</p>	<p>Комплект демонстрационного оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19” – 1шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; <p>Набор учебно-наглядных пособий</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); <p>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</p>
	<p>6543</p> <p>компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19” – 11 шт.. <p>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); <p>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)</p>

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- *балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);*
- *электронное обучение (при наличии);*
- *проблемное обучение (далее выбирается из приложения к РПД);*
- *разбор конкретных ситуаций;*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа¹²

¹²приведены примеры методических указаний. Составитель программы излагает пункты в своей интерпретации

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ

через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11.6. Методические рекомендации разработанные преподавателем:

- Симплекс-метод решения задач линейного программирования (табличный вариант) : Метод.разработка для студ.спец."Прикл.математика" / НГТУ.ФИСТ.Каф."Прикл.математика"; Сост.А.В.Чернов; Науч.ред.О.Р.Козырев. - Н.Новгород : [Б.и.], 2002. - 40 с. - Библиогр.:с.39-40.
- Основы выпуклого анализа : Метод.разработка для студ.спец.010200 "Прикл.математика и информатика" дневной формы обучения по курсу "Вариационное исчисление и Теория игр и исследование операций" / НГТУ.Каф."Прикл.математика"; Сост.:В.И.Сумин, А.В.Чернов; Науч. ред. И.П.Рязанцева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2004. - 48 с. : ил. - Библиогр.: с.48.

11.7. Методические рекомендации НГТУ:

- Теория игр : Расчётные задания для студ.всех спец.очной, очно-заочной и заочной форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.:В.В.Аниковский, С.Д.Щуко, Л.Н.Ерофеева; Науч.ред.В.М.Галкин. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 17 с. - Библиогр.:с.17.
- Исследование операций : Сборник расчётных заданий для студ.всех направлений и спец.и всех форм обучения. Ч.1 / НГТУ им Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.: Е.И.Верещагина [и др.]. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 28 с.
- Исследование операций : Сборник расчётных заданий для студ.всех направлений и спец.и всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ им Р.Е.Алексеева, Каф."Высш.математика"; Сост.: Е.И.Верещагина, Л.Н.Ерофеева, Е.О.Ромашевская. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 32 с.
- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocht_rab.pdf?
- Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatii-s-primeneniem-interakt.pdf

- Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г.

Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf

Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г.
Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценочные средства для контроля освоения дисциплины могут быть изданы отдельными документами, в этом случае на них дается ссылка.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для всех форм текущего контроля (согласно раздела 5 и Таблице 2) должны быть приведены примеры (типовые варианты) оценочных средств и/или даны ссылки на электронный ресурс, где они размещены.

12.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

1. Дана матрица. Для соответствующей матричной игры варианты заданий:

- 8) решить матричную игру (любым способом);
- 9) проверить, что заданная тройка $\{p^*, q^*, v\} \in P \times Q \times R$ является решением игры (использовать критерий седловой точки в смешанных стратегиях);
- 10) найти ситуацию равновесия и значение игры;
- 11) по известному значению игры и оптимальной смешанной стратегии первого игрока найти оптимальную смешанную стратегию второго игрока или наоборот (использовать свойство дополняющей нежесткости);
- 12) решить графически;
- 13) решить, используя метод доминирования;
- 14) решить, используя метод сведения к задаче линейного программирования.

2. Решить методом динамического программирования задачу об эвакуации ценностей:

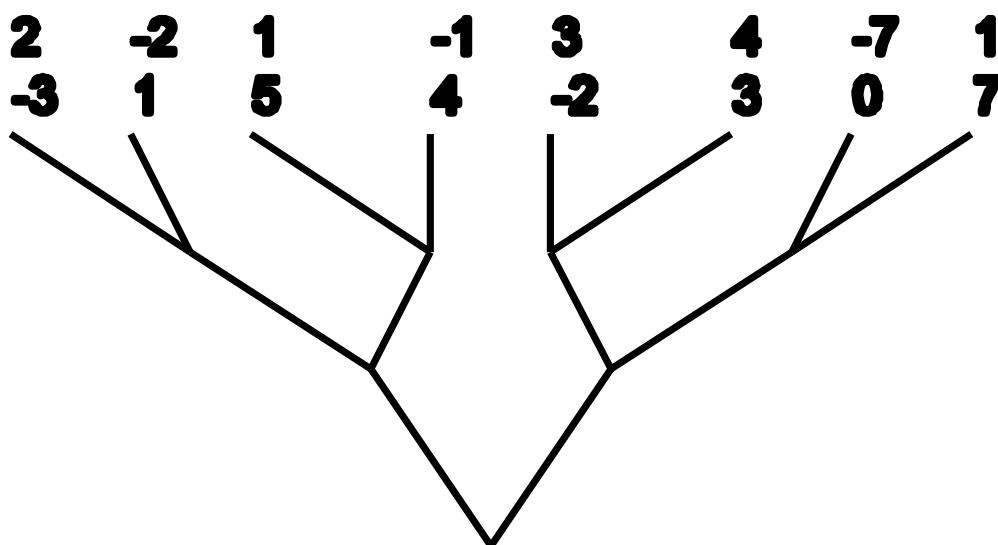
Предмет Π_i	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
-----------------	---------	---------	---------	---------

Вес q_i , кг	2	8	12	15
Стоимость c_i , у.е.	5	12	21	31

3. Решить методом динамического программирования задачу о распределении ресурсов: имеется три предприятия, доходность которых в зависимости от вложенных средств приведена в таблице. Исходный запас средств $K = 4$.

x , у.е.	1	2	3	4
φ_1 , у.е.	0.4	1.1	1.3	3
φ_2 , у.е.	0.2	0.6	1.8	2.5
φ_3 , у.е.	0.8	1.3	1.7	2.1

4. Решить многошаговую игру, заданную графом:



12.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

12.1.3. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Предмет и задачи исследования операций. Основные понятия.
2. Основные разделы исследования операций.
3. Принцип гарантированного результата.
4. Определение антагонистической игры в нормальной форме. Понятие седловой точки.
5. Теорема о существовании седловой точки в непрерывных антагонистических играх.
6. Определение матричной игры. Понятие максиминной и минимаксной стратегии, нижнего и верхнего значения игры.
7. Отыскание решения матричной игры в чистых стратегиях.
8. Определение смешанного расширения матричной игры. Теорема фон Неймана.
9. Критерий седловой точки в смешанных стратегиях в матричной игре.
10. Свойство дополняющей нежесткости смешанных решений матричных игр.
11. Теорема о масштабе и сдвиге.
12. Понятие простого решения матричной игры. Формулы простого решения.
13. Понятие крайних оптимальных смешанных стратегий в матричной игре. Теорема о крайних стратегиях.
14. Графический метод решения матричных игр (алгоритм).

15. Метод решения матричных игр сведением к паре двойственных задач линейного программирования (алгоритм).
16. Теорема о доминировании строк для матричных игр.
17. Теорема о доминировании столбцов для матричных игр.
18. Теорема о блочном доминировании для матричных игр.
19. Определение многошаговой игры.
20. Теорема Цермело о существовании решения в многошаговой игре с полной информацией. Процедура редукции (алгоритм Куна).
21. Решение многошаговых игр, представленных графом.
22. Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.
23. Алгоритм решения задачи динамического программирования методом Беллмана.
24. Примеры задач динамического программирования.
25. Множества наилучших ответов. Решение биматричных игр в чистых стратегиях.
26. Решение непрерывной игры двух лиц.
27. Существование решения в вогнутых играх.
28. Критерий равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях в биматричных играх.
29. Свойство дополняющей нежесткости в биматричных играх.
30. Доминирование строк и столбцов в биматричных играх.
31. Графический метод решения биматричных игр.

12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

См. выше.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-1):

См. 12.1.3.

Примерный тест для итогового тестирования:

I. Решить непрерывную антагонистическую игру.

1. $F(x, y) = -x^2 + y^3 + xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
2. $F(x, y) = -2x^2 + y^3 + xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
3. $F(x, y) = -x^2 + y^3 + 2xy^2 - 3y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
4. $F(x, y) = -x^2 - y^3 + xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
5. $F(x, y) = -x^2 + y^3 + 3xy^2 - y + 1$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
6. $F(x, y) = -3x^2 + y^3 + xy^2 + y - 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
7. $F(x, y) = -3x^2 + y^3 + 2xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
8. $F(x, y) = -4x^2 + 2y^3 + xy^2 - y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
9. $F(x, y) = -2x^2 + y^3 + 2xy^2 - 2y - 1$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
10. $F(x, y) = -x^2 - y^3 + xy^2 - 5y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
11. $F(x, y) = -5x^2 + y^3 + 5xy^2 - 2y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
12. $F(x, y) = -4x^2 + y^3 + 4xy^2 - y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
13. $F(x, y) = -3x^2 + y^3 + 3xy^2 - 3y$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
14. $F(x, y) = -5x^2 + 3y^3 + 4xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
15. $F(x, y) = -4x^2 + 3y^3 + 5xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
16. $F(x, y) = -3x^2 + 4y^3 + 5xy^2 - 3y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
17. $F(x, y) = -3x^2 + 3y^3 + 3xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
18. $F(x, y) = -2x^2 + 2y^3 + 2xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
19. $F(x, y) = -4x^2 + 4y^3 + 4xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
20. $F(x, y) = -5x^2 + 5y^3 + 5xy^2 - 4y + 3$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.

II. Матричные игры.

1. Решить матричную игру:

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$

2. Проверить, что $v = 2$ и пара (p^*, q^*) , где $p^* = \{0, 0, 1\}$, $q^* = \{2/5; 3/5; 0\}^T$ — соответственно значение игры и пара оптимальных смешанных стратегий в игре с матрицей:

$$\begin{pmatrix} 3 & -2 & 4 \\ -1 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

3. Найти ситуацию равновесия и значение игры:

$$\begin{pmatrix} 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1 & 3/2 & 1/2 \\ 0 & -1 & 7/4 \end{pmatrix}$$

4. Рассматривается игра с матрицей

$$\begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 \\ 2 & 0 & 3 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Известно, что значение игры $v = 1$, и оптимальная смешанная стратегия первого игрока $p^* = \{1/3; 2/3; 0\}$. Найти оптимальную смешанную стратегию второго игрока.

5. Решить графически матричную игру:

$$\begin{pmatrix} -4 & 0 \\ 3 & -2 \\ 5 & -3 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}$$

6. Решить матричную игру, используя метод доминирования:

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 & 2 \\ 6 & 2 & 7 \\ 5 & 1 & 6 \end{pmatrix}$$

7. Решить графически матричную игру:

$$\begin{pmatrix} 2 & -4 \\ 1 & -2 \\ -3 & -1 \end{pmatrix}$$

8. Используя метод крайних стратегий, найти все оптимальные стратегии игроков в игре с матрицей

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

9. Решить матричную игру, используя метод сведения к задаче линейного программирования:

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 5 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

10. Решить матричную игру графически:

$$\begin{pmatrix} 4 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

11. Решить матричную игру, используя метод сведения к задаче линейного программирования:

$$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 1 & 8 & 4 \end{pmatrix}$$

12. Решить матричную игру сведением к задаче линейного программирования:

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 4 & 1 & 8 \end{pmatrix}$$

13. Используя метод крайних стратегий, найти все оптимальные стратегии в игре:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

14. Решить матричную игру:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3/2 & 1/2 \\ 0 & -4 & 7/4 \end{pmatrix}$$

15. Решить графически игру с матрицей:

$$\begin{pmatrix} 3 & -2 \\ -1 & -1 \\ 5 & -3 \\ -4 & 0 \end{pmatrix}$$

16. Решить матричную игру, используя метод доминирования:

$$\begin{pmatrix} 2 & 7 & 1 \\ 7 & 2 & 6 \\ 6 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

17. Решить матричную игру, используя метод доминирования:

$$\begin{pmatrix} 7 & 2 & 6 \\ 2 & 7 & 1 \\ 6 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

18. Решить графически матричную игру:

$$\begin{pmatrix} 2 & -2 \\ 0 & 5 \\ -1 & 7 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

19. Решить матричную игру, используя метод сведения к задаче линейного программирования:

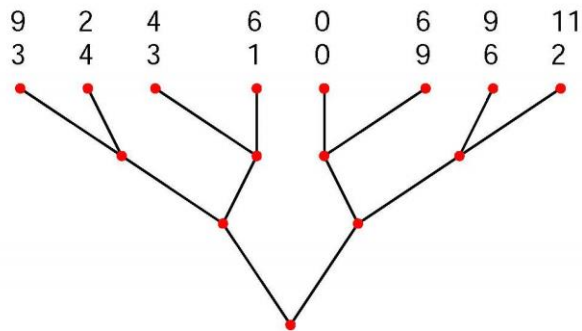
$$\begin{pmatrix} 2 & 6 & 1 \\ 4 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

20. Решить графически матричную игру:

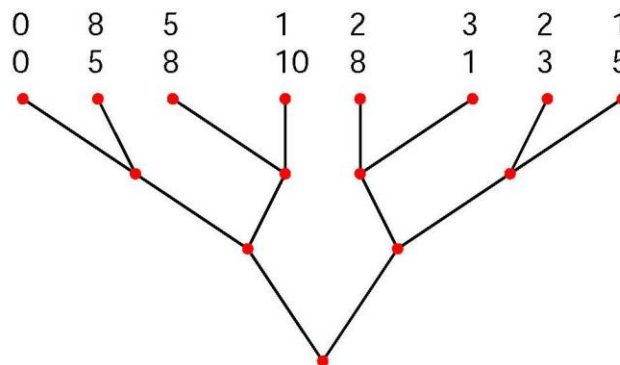
$$\begin{pmatrix} -3 & 4 & 6 & 2 \\ 1 & -1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$$

III. Решить многошаговую игру, заданную графом. В случае равных значений выигрыша для разных дуг выбирать крайнюю левую из таких дуг. Дуги нумеровать отдельно для каждой вершины (позиции в игре) слева направо.

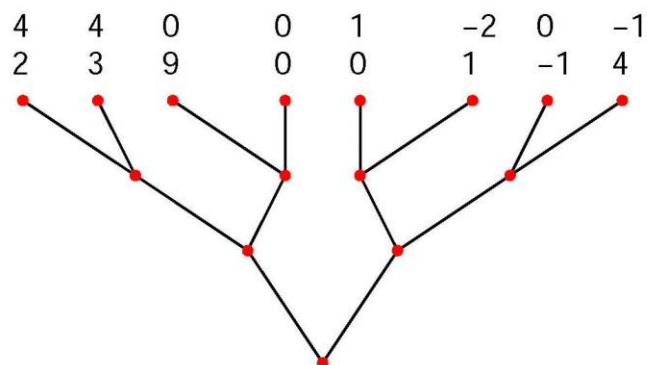
01.



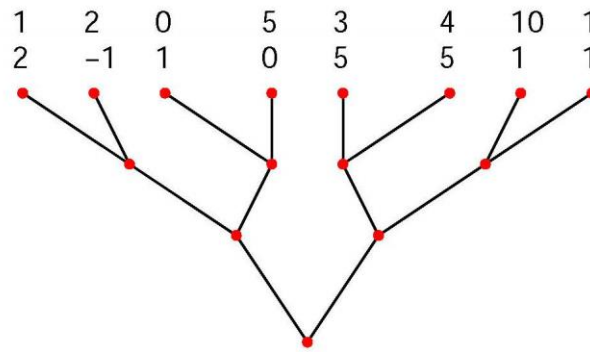
02.



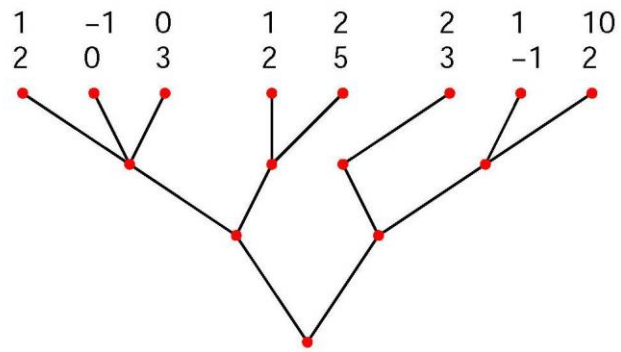
03.



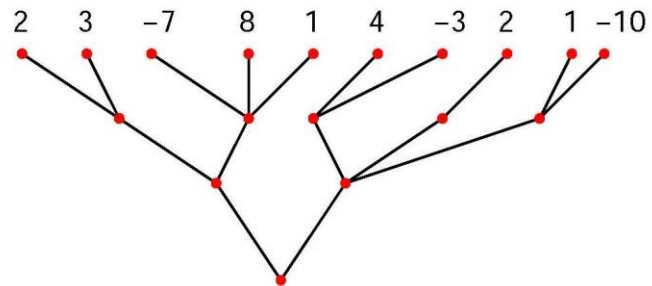
04.



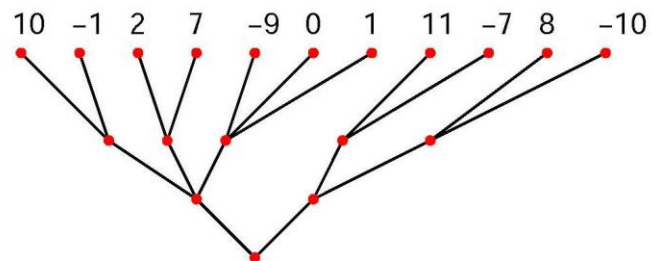
05.



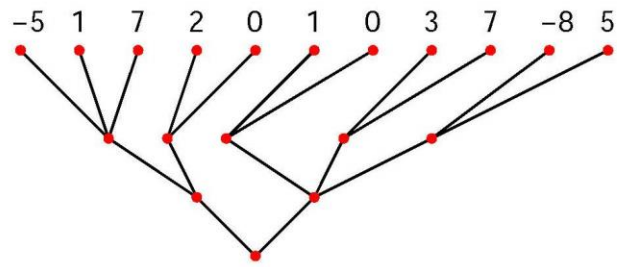
06.



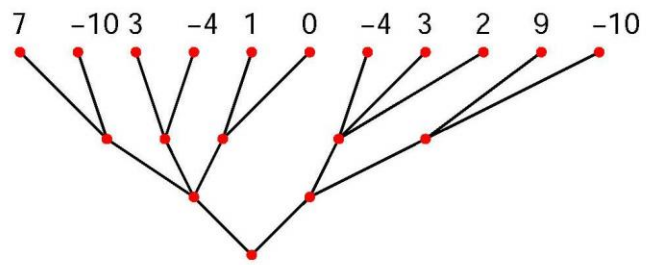
07.



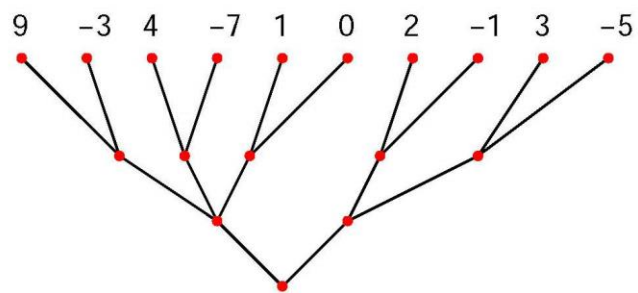
08.



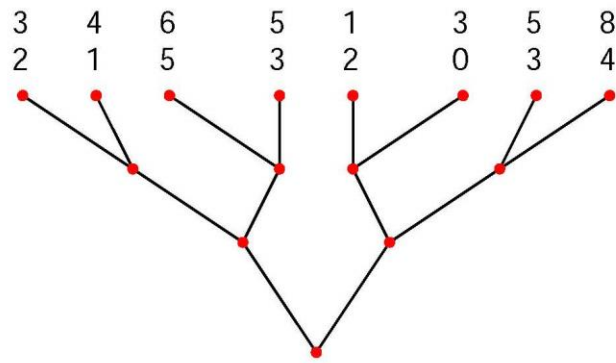
09.



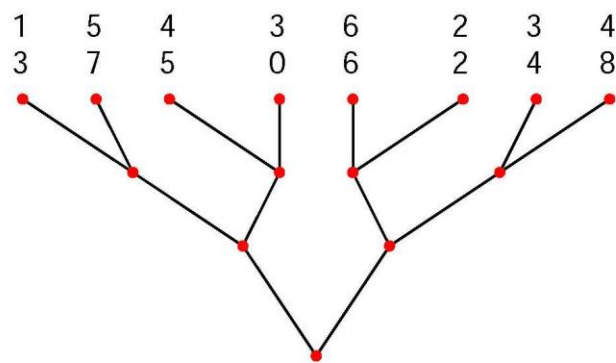
10.



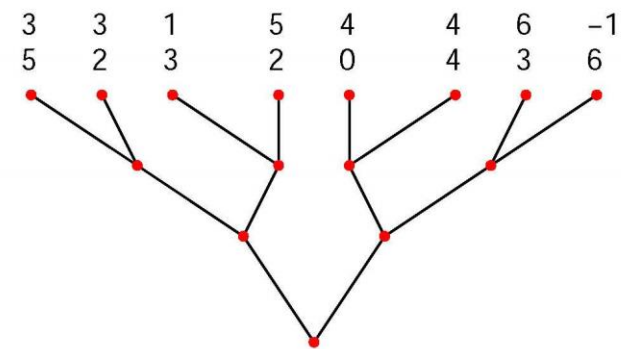
11.



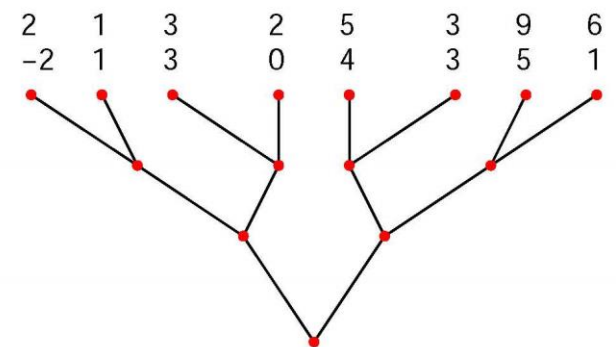
12.



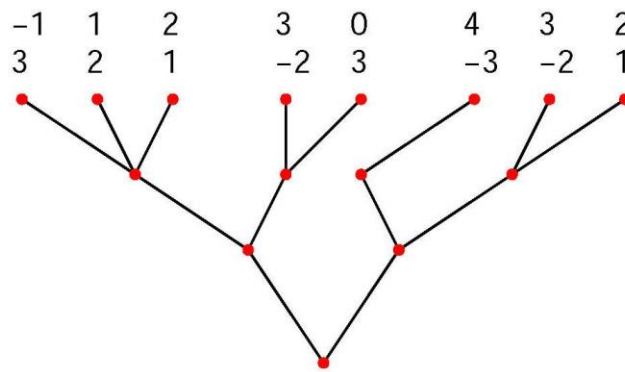
13.



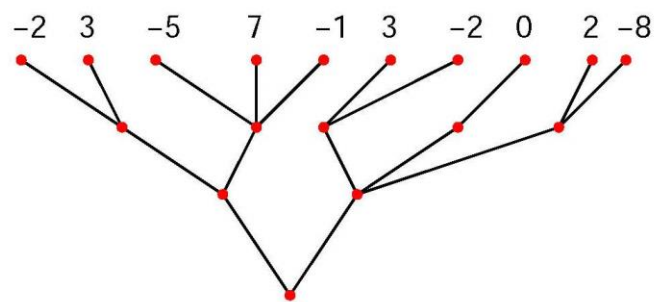
14.



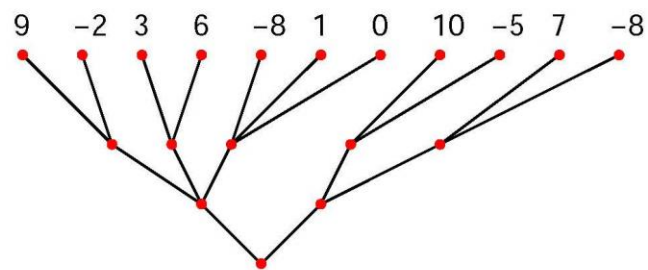
15.



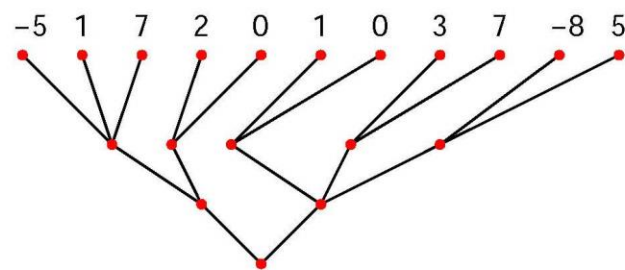
16.

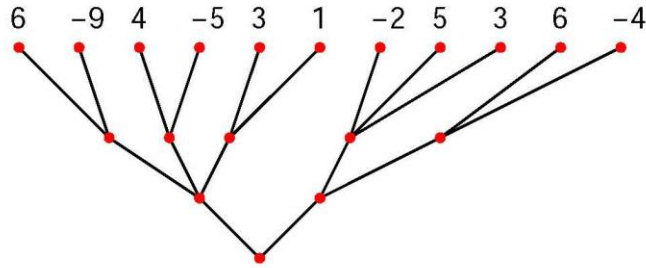


17.

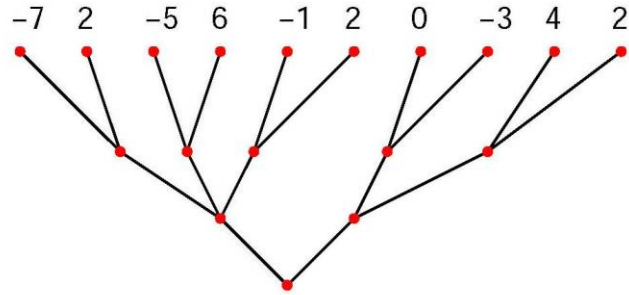


18.





20.



IV. Найти равновесие по Нэшу в бескоалиционной непрерывной игре двух лиц.

1. $F(x, y) = -2x^2 - 6xy - y^2 + 2x$, $G(x, y) = x^2 - 3xy - y^2 - 2x$, $X = [-1; 1]$, $Y = [-2; 1]$.
2. $F(x, y) = -x^2 - 3xy - y^2 + x$, $G(x, y) = x^2 + 2xy - y^2 - 3x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
3. $F(x, y) = -2x^2 - 7xy - 2y^2 + 3x$, $G(x, y) = 2x^2 - 2xy - 5y^2 - x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
4. $F(x, y) = -x^2 - 4xy + y^2 + x$, $G(x, y) = x^2 + 2xy - y^2 + 3x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
5. $F(x, y) = -3x^2 - 2xy - y^2 + x$, $G(x, y) = 3x^2 + 2xy - y^2 - 2x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
6. $F(x, y) = -4x^2 - 2xy - 3y^2 + 5x$, $G(x, y) = 2x^2 + 3xy - y^2 + 2x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
7. $F(x, y) = -4x^2 - xy - y^2 + 7x$, $G(x, y) = 2x^2 + 5xy - 3y^2 + 3x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
8. $F(x, y) = -5x^2 - xy + y^2 - 5x$, $G(x, y) = -3x^2 + 2xy - 2y^2 + x$, $X = [-1; 0]$, $Y = [-1; 0]$.
9. $F(x, y) = -5x^2 - 3xy - y^2 + 5x$, $G(x, y) = 3x^2 + 2xy - y^2 - 3x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
10. $F(x, y) = -6x^2 - 3xy - y^2 + 2x$, $G(x, y) = 4x^2 + 2xy - 2y^2 + 5x$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
11. $F(x, y) = -x^2 + 3xy + 2y^2$, $G(x, y) = -(x + 2y - 1)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
12. $F(x, y) = -x^2 - xy + y^2$, $G(x, y) = -(2x - y + 1)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
13. $F(x, y) = -2x^2 + 3xy - 2y^2$, $G(x, y) = -(x - y + 3)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
14. $F(x, y) = -2x^2 + 5xy + 2y^2$, $G(x, y) = -(x + 2y + 3)^2$, $X = [-1; 0]$, $Y = [-1; 0]$.
15. $F(x, y) = -3x^2 - xy - 2y^2$, $G(x, y) = -(2x + 3y - 1)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
16. $F(x, y) = -3x^2 - xy - 2y^2$, $G(x, y) = -(x - y + 1)^2$, $X = [-1; 0]$, $Y = [0; 1]$.
17. $F(x, y) = -4x^2 + xy + 2y^2$, $G(x, y) = -(x + 2y - 1)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
18. $F(x, y) = -4x^2 + 3xy + 2y^2$, $G(x, y) = -(x + 3y + 1)^2$, $X = [-1; 0]$, $Y = [-1; 0]$.
19. $F(x, y) = -5x^2 + 3xy - 2y^2$, $G(x, y) = -(4x + 3y - 2)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.
20. $F(x, y) = -5x^2 + 4xy + 3y^2$, $G(x, y) = -(2x - y + 1)^2$, $X = [0; 1]$, $Y = [0; 1]$.

V. Решить биматричную игру.

1.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

2.

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

3.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

4.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

5.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 5 \\ 4 & 7 & 2 \end{pmatrix}$$

6.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 3 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

7.

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 \\ 5 & 3 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

8.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 6 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 7 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

9.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

10.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 6 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 6 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

11.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

12.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

13.

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 2 & 7 & 2 \end{pmatrix}$$

14.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 2 \\ 2 & 3 & 6 \end{pmatrix}$$

15.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 7 \\ 5 & 6 & 4 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

16.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 7 \\ 6 & 5 & 4 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 2 \\ 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

17.

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 2 & 1 & 6 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

18.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 \\ 1 & 1 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 7 \\ 5 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

19.

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 8 \\ 6 & 7 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 7 \end{pmatrix}$$

20.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 6 \\ 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 1 \\ 5 & 1 & 6 \end{pmatrix}$$

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 20	5	90

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования¹³ размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО Moodle / eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ.

В ходе подготовки к промежуточной аттестации обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО Moodle / eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ в свободном для студентов доступе.

¹³ Количество заданий в банке тестовых заданий

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Теория игр и исследование операций»
ОП ВО по направлению 01.03.02-«Прикладная математика и информатика»,
**направленность «Математическое моделирование и компьютерные
технологии»**
(квалификация выпускника – бакалавр)

ФИО, должность, место работы, ученая степень (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Теория игр и исследование операций» ОП ВО по направлению 01.03.02-«Прикладная математика и информатика», **направленность «Математическое моделирование и компьютерные технологии»** (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Прикладная математика» (**разработчик – Чернов А.В., доцент, к.ф.-м.н., доцент**).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 01.03.02-«Прикладная математика и информатика». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к **базовой** части учебного цикла – **Б1**.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 01.03.02-«Прикладная математика и информатика».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория игр и исследование операций» закреплено 1 **компетенций**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. **Дополнительная (если есть) компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «Теория игр и исследование операций».**

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Теория игр и исследование операций» составляет 5 зачётных единицы (**180 часов**). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Теория игр и исследование операций» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 01.03.02-«Прикладная математика и информатика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Теория игр и исследование операций» предполагает 0 занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 01.03.02-«Прикладная математика и информатика».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 01.03.02-«Прикладная математика и информатика».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 11 наименований, методическими разработками – 2 источников, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 01.03.02-«Прикладная математика и информатика».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория игр и исследование операций» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Теория игр и исследование операций».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория игр и исследование операций» ОПОП ВО по направлению 01.03.02-«Прикладная математика и информатика», направленность «Математическое моделирование и компьютерные технологии» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Черновым А.В., доцент, к.ф.-м.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: ФИО, должность, место работы, ученая степень
«_____» _____ 20__ г.
(подпись)

Подпись рецензента ФИО заверяю ¹⁴

¹⁴ Только для внешних рецензентов

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института (наименование)

«___» _____ 2021__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины¹⁵

«_____»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: _____ {шифр

название} _____

Направленность: _____

Форма обучения _____

Год начала подготовки: _____

Курс _____

Семестр _____

¹⁶ а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик

(и):

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» _____ 2021__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

_____ протокол № _____ от «__»

_____ 2021__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой (наименование) _____ «__» _____

2021__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2021__ г.

¹⁵ Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

¹⁶ Разработчик выбирает один из представленных вариантов

