

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

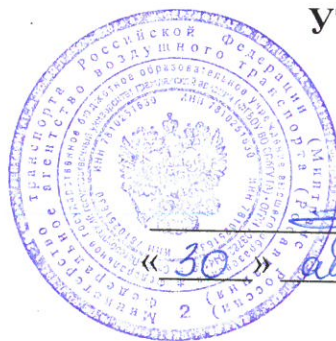
УТВЕРЖДАЮ

Первый

проректор-проректор
по учебной работе

Н.Н. Сухих

2017 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория игр

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2017

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория игр» являются формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний, охватывающих методы, задачи и теоремы теории игр, а также приобретение ими умений и практических навыков применения теории игр в моделировании принятия рациональных решений в профессиональной деятельности.

Задачами освоения дисциплины «Теория игр» являются:

- формирование у обучающихся знаний о важнейших современных методах математического исследования и моделирования в области теории игр;
- приобретение обучающимися умений теоретико-игрового моделирования.
- овладение обучающимися навыками логического мышления, основными методами математического исследования в области теории игр.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория игр» представляет собой дисциплину, относящуюся к Вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Теория игр» базируется на результатах обучения, полученных при изучении следующих дисциплин: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дополнительные главы математического анализа».

Дисциплина «Теория игр» является обеспечивающей для дисциплины «Исследование операций».

Дисциплина «Теория игр» изучается в 6 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Теория игр» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)	Знать: – информационные источники, содержащие информацию о методах решения игр различных типов, критериях принятия решений в условиях неопределённости. Уметь: – самостоятельно строить процесс овладения ин-

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	формацией, отобранной и структурированной, содержащей термины и методы теории игр. Владеть: – навыками самостоятельного применения методов теории игр для решения профессиональных задач.
Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)	Знать: – основные понятия теории игр, виды игр; модели игр; принципы принятия решения в антагонистических и неантагонистических конфликтах. Уметь: – находить решение моделей игр, применяя математический аппарат; Владеть: – методами постановки и обработки теоретико-игровой модели процессов и явлений; аналитическими и графическими методами для нахождения решений в антагонистических конфликтах; критериями для принятия решений в условиях неопределённости; методами анализа поведения участников неантагонистических конфликтов.
Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)	Знать: – современное состояние и принципиальные возможности науки, в области теории игр и основ методов принятия решений. Уметь: – самостоятельно осуществлять постановку теоретико-игровых моделей реальных процессов и задач. Владеть: – самостоятельно анализировать результаты расчётов теоретико-игровых моделей и грамотного обоснования полученных результатов решения теоретико-игровой модели.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	54	54
лекции	18	18

Наименование	Всего часов	Семестр
		6
практические занятия	36	36
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	45	45
Промежуточная аттестация:	9	9

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК - 1	ПК-9	ПК - 12		
Тема 1. Введение, основные определения.	15	+	+		ВК, Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 2. Матричные игры.	21	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 3. Позиционные игры	21	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 4. Дифференциальные игры.	21	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 5. Модели исследования операций.	21	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Всего по дисциплине	99					
Промежуточная аттестация	9					
Итого по дисциплине	108					

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, ПАР – письменная аудиторная работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Введение, основные определения.	2	4	-	-	9	-	15
Тема 2. Матричные игры.	4	8	-	-	9	-	21
Тема 3. Позиционные игры	4	8	-	-	9	-	21
Тема 4. Дифференциальные игры.	4	8	-	-	9	-	21
Тема 5. Модели исследования операций.	4	8	-	-	9	-	21
Всего по дисциплине	18	36	-	-	45	-	99
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							108

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа (проект)

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение, основные определения.

Игры n игроков с конечным множеством стратегий. Принципы оптимальности. Биматричные игры. Игры «Дилемма каторжника» и «Семейный спор» как простейшие модели социально-экономических и военных конфликтов. Парето – оптимальность и равновесность стратегий по Нэшу. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Многокритериальные задачи.

Тема 2. Матричные игры.

Матричная игра как крайнее проявление антагонизма интересов. Коалиции интересов в матричных играх. Седловые точки как решения игры по Нэшу. Смешанное расширение игры. Теорема о минимаксах. Свойства смешанных равновесных стратегий. Практические рекомендации по теоретико-игровому моделированию технических и управленческих задач.

Тема 3. Позиционные игры.

Основные определения. Информационная структура игры. Смешанные стратегии в позиционной игре – это вероятности на множестве функций. Игры с полной информацией, основная теорема. Полная память и стратегии поведения. Теорема Куна.

Тема 4. Дифференциальные игры.

Основные определения. Дифференциальное уравнение – это дерево позиционной игры с непрерывным временем. Информационная структура дифференциальных игр.

Тема 5. Модели исследования операций.

Оптимальное планирование. Сетевое планирование и управление. Управление запасами.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинары)	Трудоемкость (часы)
1	Практическое задание № 1. Введение в теорию игр. Бескоалиционные игры.	2
	Практическое задание № 2. Равновесие по Нэшу.	2
2	Практическое задание № 3-4. Матричные игры. Седловые точки.	4
	Практическое задание № 5-6. Теорема о минимаксах. Теоретико-игровое моделирование.	4
3	Практическое задание № 7. Позиционные игры.	2
	Практическое задание № 8-9. Стратегии в позиционных играх.	4
	Практическое задание № 10. Игры с полной информацией.	2
4	Практическое задание № 11-14. Дифференциальные игры	8
5	Практическое задание № 15-16. Оптимальное и сетевое планирование.	4
	Практическое задание № 17-18. Управление запасами.	4
Итого по дисциплине		36

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Изучение теоретического материала [1, 3, 5, 7-9].	9
2	Изучение теоретического материала [1, 2, 4, 7-9].	9

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
3	Изучение теоретического материала [5, 6-9].	9
4	Изучение теоретического материала [1, 2, 4].	9
5	Изучение теоретического материала [3, 5].	9
Итого по дисциплине		45

5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Мазалов, В.В. **Математическая теория игр и приложения** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90066> — Загл. с экрана.

2. 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> . — Загл. с экрана.

3. Конюховский, П. В. **Теория игр + cd**: учебник для академического бакалавриата / П. В. Конюховский, А. С. Малова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 252 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-9916-4220-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/764C82B3-0907-42B2-BEF0-77AE1E7C22E0 .

б) дополнительная литература

4. Колокольцов, В.Н. **Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех)** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 624 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3551> — Загл. с экрана.

5. Шагин, В. Л. **Теория игр: учебник и практикум** / В. Л. Шагин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 223 с. — (Серия: Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-03263-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/EB6A61CF-82D4-4DCF-9AB1-D0AD26E11B29

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. **Математические методы исследования операций. Теория игр и расписаний** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://intellect.ml/category/matematicheskie-metody-issledovaniya-operacij-teoriya-igr-i-raspisanij>, свободный (дата обращения: 31.07.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

7. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 31.07.2017).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 31.07.2017).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 31.07.2017).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Теория игр» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам из дисциплин, на которых базируется дисциплина «Теория игр».

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательно-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятель-

ного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, а также подготовку к устным опросам и письменным аудиторным работам.

В рамках изучения дисциплины «Теория игр» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MS Office.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория игр» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачета.

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория игр» для текущего включает: устные опросы и письменную аудиторную работу.

Устный опрос проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Письменная аудиторная работа предназначена для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 6 семестре. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачет предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекция №1 (Тема 1)	1	1,5	1-18	

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Практическое занятие №1(Тема 1)	2	3	1-18	
Практическое занятие №2(Тема 1)	2	3	1-18	
Лекция №2 (Тема 2)	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №3 (Тема 2)	2	3	1-18	
Практическое занятие №4 (Тема 2)	2	3	1-18	
Лекция №3 (Тема 2)	2	3	1-18	
Практическое занятие №5 (Тема 2)	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №6 (Тема 2)	2	3	1-18	
Лекция №4 (Тема 3)	2	3	1-18	
Практическое занятие №7 (Тема 3)	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №8 (Тема 3)	2	3	1-18	
Лекция №5 (Тема 3)	2	3	1-18	
Практическое занятие №9 (Тема 3)	1	2	1-18	
Практическое занятие №10 (Тема 3)	2	3	1-18	
Лекция №6 (Тема 4)	1	2	1-18	
Практическое занятие №11 (Тема 4)	2	3	1-18	
Практическое занятие №12 (Тема 4)	2	3	1-18	
Лекция №7 (Тема 4)	1	2	1-18	
Практическое занятие №13 (Тема 4)	2	3	1-18	
Практическое занятие №14 (Тема 4)	2	3	1-18	
Лекция №8 (Тема 4)	1	2	1-18	
Практическое занятие №15 (Тема 4)	2	3	1-18	
Практическое занятие №16 (Тема 4)	2	3	1-18	
Лекция №9 (Тема 4)	1	2	1-18	
Практическое занятие №17 (Тема 4)	2	3	1-18	
Практическое занятие №18 (Тема 4)	2	3	1-18	
<i>Самостоятельная работа студента</i>				
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Зачет	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
Премиальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
60 и более	«зачтено»			

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Менее 60			«не зачтено»	

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1 балл. Активное участие в обсуждении в ходе лекции – от 0,5 до 1 балла.

Посещение практического занятия с ведением конспекта – 2 балла. Выполнение письменной аудиторной работы и ответы на вопросы из устного опроса – до 1 балла.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане рефератов и курсовых работ не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

- дать определение функции;
- дать определение и сформулировать необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции;
- дать определение условного экстремума и описать метод множителей Лагранжа;
- принцип максимизации прибыли;
- выписать систему линейных алгебраических уравнений (однородных и неоднородных);
- решить линейную алгебраическую систему по методу Гаусса;
- сформулировать понятие статической и динамической математической модели, детерминированной и вероятностной;
- описать основные действия с матрицами.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Этап формирования	Показатель
<i>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i>		
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – информационные источники, содержащие информацию о методах решения игр различных типов, критериях принятия решений в условиях неопределённости. 	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – перечисляет основные определения позиционных игр; – описывает основные принципы оптимальности; – дает определение теореме о минимаксах.
	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – перечисляет свойства смешанных равновесных стратегий; – производит вычисления простых решений матричных антагонистических игр.
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной, содержащей термины и методы теории игр. 	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – дает определение оптимальному планированию – анализирует и категоризирует информационные структуры игр;
	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – производит вычисления задач с числовыми параметрами; – применяет псевдополиномиальный алгоритм решения задачи о разбиении; – демонстрирует построение конечного дерева достижимости.
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками самостоятельного применения методов теории игр для решения профессиональных задач. 	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – дает определение смешанным расширенным играм;
	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – применяет седловые точки как решения игры по Нэшу; – производит сравнительный анализ практических рекомендаций по теоретико-игровому моделированию технических и управленческих задач.
<i>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их</i>		

<i>решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i>		
– основные понятия теории игр, виды игр; модели игр; принципы принятия решения в антагонистических и неантагонистических конфликтах.	1 этап формирования	– дает определение бескоалиционной игры; – описывает понятие седловой точки.
	2 этап формирования	– применяет в решениях задач алгоритм дефекта; – анализирует связь между существованием решения задачи линейного программирования в стандартной форме и седловой точкой функции Лагранжа;
<i>Уметь:</i> – находить решение моделей игр, применяя математический аппарат;	1 этап формирования	– описывает модель Гросса «оборона-нападение»; – производит самостоятельно построение допустимого расписания с прерываниями для многопроцессорной системы при заданных длительностях работ и директивных интервалах.
	2 этап формирования	– описывает пример, когда алгоритм Форда-Фалкерсона не находит максимального потока; – производит вычисления задач о потоке минимальной стоимости в сети.
<i>Владеть:</i> – методами постановки и обработки теоретико-игровой модели процессов и явлений; аналитическими и графическими методами для нахождения решений в антагонистических конфликтах; критериями для принятия решений в условиях неопределённости; методами анализа поведения участников неантагонистических кон-	1 этап формирования	– перечисляет чистые оптимальные гарантирующие стратегии первого и второго игроков в игре с платежной функцией; – анализирует и категоризирует игры «Дилемма каторжника» и «Семейный спор» как простейшие модели социально-экономических и военных конфликтов.
	2 этап формирования	– владеет алгоритмом Карзанова для нахождения максимального потока в сети; – выбирает наиболее оптимальные смешанные стратегии в бесконечных антагонистических играх.

фликтов;		
<i>Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</i>		
<p><i>Знать:</i></p> <p>– современное состояние и принципиальные возможности науки, в области теории игр и основ методов принятия решений.</p>	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – описывает матричную форму представления сети Петри; – перечисляет достаточные признаки значения игры и оптимальных стратегий игроков; – перечисляет стратегии в позиционных играх.
	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – перечисляет свойства смешанных стратегий в матричных антагонистических играх; – определяет матричную игру как крайнее проявление антагонизма интересов; – применяет метод «ветвей и границ» для решения задач коммивояжера и распределения не складуемых ресурсов на сети.
<p><i>Уметь:</i></p> <p>– самостоятельно осуществлять постановку теоретико-игровых моделей реальных процессов и задач.</p>	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – описывает итеративный метод Брауна для решения матричных антагонистических игр; – перечисляет необходимые и достаточные условия для крайних оптимальных смешанных стратегий в матричной антагонистической игре.

	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – воспроизводит принцип уравнения Ю.Б. Гермейера в задачах распределения ресурсов; – перечисляет необходимые и остаточные условия существования седловой точки в чистых стратегиях в антагонистической игре; – анализирует доминирование строк и столбцов в матричных антагонистических играх.
<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – системой знаний о содержании, особенностях процессов самообразования, аргументировано обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития. 	1 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – дает определение теореме Фон Неймана о существовании седловой точки у вогнуто-выпуклых функций; – перечисляет необходимые и достаточные условия для ситуации равновесия.
	2 этап формирования	<ul style="list-style-type: none"> – сравнивает представление конечных автоматов и графов вычислений сетями Петри; – демонстрирует знания методов доказательства сильной NP-полноты; – проводит сравнительный анализ матричных, кооперативных и дифференциальных игр.

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за зачет – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан») – 15 баллов.
2. При наборе менее 15 баллов – зачет не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - 1 балл: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
 - 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы

минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

4. Решение задачи оценивается следующим образом:

– 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

- 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень типовых вопросы для устного опроса

1. Понятие седловой точки. Необходимые и достаточные условия существования седловой точки в чистых стратегиях в антагонистической игре.
2. Смешанные стратегии в матричных антагонистических играх. Существование седловой точки в смешанных стратегиях.
3. Свойства оптимальных смешанных стратегий в матричных антагонистических играх.
4. Необходимые и достаточные условия для крайних оптимальных смешанных стратегий в матричной антагонистической игре.
5. Связь между существованием решения задачи линейного программирования в стандартной форме и седловой точкой функции Лагранжа.
6. Бескоалиционные игры. Необходимые и достаточные условия для ситуации равновесия.
7. Принцип уравнивания Ю.Б. Гермейера в задачах распределения ресурсов.
8. Модель Гросса "Оборона - нападение".
9. Привести пример, когда алгоритм Форда-Фалкерсона не находит максимального потока.

Типовые задания для письменной аудиторной работы

Исследовать все ситуации игры на равновесие по Нэшу.

- | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.1. $\begin{pmatrix} (1,2) & (2,1) \\ (0,3) & (4,6) \end{pmatrix}$ | 1.2. $\begin{pmatrix} (3,2) & (2,1) \\ (4,3) & (5,4) \end{pmatrix}$ | 1.3. $\begin{pmatrix} (5,2) & (2,0) \\ (1,1) & (5,6) \end{pmatrix}$ | 1.4. $\begin{pmatrix} (3,2) & (2,5) \\ (1,3) & (5,5) \end{pmatrix}$ |
| 1.5. $\begin{pmatrix} (3,4) & (3,1) \\ (2,1) & (5,4) \end{pmatrix}$ | 1.6. $\begin{pmatrix} (2,5) & (1,2) \\ (4,6) & (7,4) \end{pmatrix}$ | 1.7. $\begin{pmatrix} (6,1) & (3,4) \\ (5,2) & (6,8) \end{pmatrix}$ | 1.8. $\begin{pmatrix} (5,6) & (3,2) \\ (2,1) & (5,3) \end{pmatrix}$ |
| 1.9. $\begin{pmatrix} (5,4) & (4,2) \\ (2,3) & (5,6) \end{pmatrix}$ | 1.10. $\begin{pmatrix} (7,5) & (2,3) \\ (4,3) & (7,4) \end{pmatrix}$ | 1.11. $\begin{pmatrix} (6,5) & (3,2) \\ (2,3) & (5,8) \end{pmatrix}$ | 1.12. $\begin{pmatrix} (6,7) & (3,3) \\ (2,4) & (7,5) \end{pmatrix}$ |
| 1.13. $\begin{pmatrix} (7,4) & (3,2) \\ (2,1) & (6,5) \end{pmatrix}$ | 1.14. $\begin{pmatrix} (8,7) & (4,2) \\ (3,5) & (9,8) \end{pmatrix}$ | | 1.15. $\begin{pmatrix} (9,6) & (4,3) \\ (5,1) & (8,5) \end{pmatrix}$ |
| 1.16. $\begin{pmatrix} (4,2) & (2,3) \\ (4,3) & (6,4) \end{pmatrix}$ | | 1.17. $\begin{pmatrix} (3,2) & (2,0) \\ (1,2) & (4,6) \end{pmatrix}$ | 1.18. $\begin{pmatrix} (5,2) & (2,5) \\ (4,3) & (5,5) \end{pmatrix}$ |
| 1.19. $\begin{pmatrix} (2,4) & (3,1) \\ (2,1) & (5,3) \end{pmatrix}$ | 1.20. $\begin{pmatrix} (5,4) & (3,2) \\ (3,5) & (5,6) \end{pmatrix}$ | | |

Найти все максиминные и минимаксные стратегии игроков, нижнюю и верхнюю цену игры; указать все ситуации равновесия и решение игры.

- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. $\begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 & -1 \\ -3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & -2 & 3 & -1 \\ 1 & -4 & -7 & -5 \end{pmatrix}$ | 2.2. $\begin{pmatrix} 2 & -4 & 3 & -3 & 5 \\ 1 & -2 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & -2 & 4 & -34 & 0 \end{pmatrix}$ | 2.3. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 4 & 3 & 3 \\ 4 & 5 & 12 & 11 & 9 \end{pmatrix}$ |
| 2.4. $\begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 5 & -7 \\ 2 & 3 & -3 & 14 \end{pmatrix}$ | 2.5. $\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & -5 & 0 \\ 4 & -1 & 1 & 5 \\ 1 & 3 & -13 & -6 \end{pmatrix}$ | 2.6. $\begin{pmatrix} 1 & 5 & 8 & 2 \\ 3 & 7 & 12 & 7 \\ 12 & 15 & 30 & 18 \\ 1 & 8 & 13 & 4 \end{pmatrix}$ |
| 2.7. $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & -1 & 2 & 0 \\ -1 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 5 & -8 & -5 & -12 \end{pmatrix}$ | 2.8. $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 2 & 5 \\ 3 & 6 & -5 & 6 \end{pmatrix}$ | 2.9. $\begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 4 \\ 0 & 2 & -1 & 3 \\ 2 & 5 & 1 & 11 \\ 3 & 8 & 1 & 18 \end{pmatrix}$ |
| 2.10. $\begin{pmatrix} 1 & -2 & -1 & 2 \\ 3 & 0 & 2 & 5 \\ 4 & -2 & 5 & 7 \\ -2 & 0 & -4 & -7 \end{pmatrix}$ | 2.11. $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 7 \\ 3 & 7 & 3 & 10 \\ 1 & -1 & -1 & -4 \\ 2 & 3 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ | 2.12. $\begin{pmatrix} 4 & -1 & 3 & 1 \\ -1 & 3 & 6 & 4 \\ 3 & 0 & 5 & 1 \\ 3 & -2 & -5 & -3 \end{pmatrix}$ |

$$2.13. \begin{pmatrix} 1 & -5 & 2 & -4 & 4 \\ 0 & -3 & 0 & 5 & 2 \\ 0 & -3 & 3 & -14 & -1 \end{pmatrix} \quad 2.14. \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 & 7 & 4 \\ 3 & 3 & 6 & 5 & 5 \\ 6 & 7 & 14 & 13 & 11 \end{pmatrix} \quad 2.15. \begin{pmatrix} 6 & 3 & 3 & 6 \\ 5 & 7 & 5 & 9 \\ 5 & 5 & 9 & -3 \\ 6 & 7 & 1 & 18 \end{pmatrix}$$

$$2.16. \begin{pmatrix} -2 & 1 & -3 & -3 \\ -3 & -1 & 5 & 0 \\ -4 & 1 & -1 & -5 \\ -1 & -3 & 13 & 6 \end{pmatrix} \quad 2.17. \begin{pmatrix} -4 & 0 & 6 & -3 \\ 0 & 4 & 14 & 3 \\ 6 & 14 & 36 & 13 \\ -3 & 3 & 13 & -1 \end{pmatrix} \quad 2.18. \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 6 & 9 & 5 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & -4 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$2.19. \begin{pmatrix} 3 & 4 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 4 & 3 & 3 & 5 \\ 3 & 7 & -6 & -3 & -10 \end{pmatrix}$$

Найти ситуацию равновесия и решение игры в смешанных стратегиях графоаналитическим методом.

$$3.1. \begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 0 & 5 & 4 \end{pmatrix} \quad 3.2. \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 2 \\ 1 & 5 \end{pmatrix} \quad 3.3. \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad 3.4. \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -1 \\ 3 & -6 \end{pmatrix} \quad 3.5. \begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 4 & -2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$3.6. \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ -2 & 6 \end{pmatrix} \quad 3.7. \begin{pmatrix} -3 & 3 & 2 \\ 0 & -3 & 1 \end{pmatrix} \quad 3.8. \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 5 \\ 4 & 2 \end{pmatrix} \quad 3.9. \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix} \quad 3.10. \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \\ 1 & 12 \end{pmatrix}$$

$$3.11. \begin{pmatrix} 12 & 4 & 10 \\ -4 & 8 & 18 \end{pmatrix} \quad 3.12. \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \quad 3.13. \begin{pmatrix} -1 & -2 & 2 \\ -3 & 7 & -3 \end{pmatrix} \quad 3.14. \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 6 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$$

$$3.15. \begin{pmatrix} 4 & -2 & 3 \\ 2 & 1 & -1 \end{pmatrix} \quad 3.16. \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 2 & 0 \\ 4 & -5 \end{pmatrix} \quad 3.17. \begin{pmatrix} 3 & 5 & 4 \\ 5 & -1 & 2 \end{pmatrix} \quad 3.18. \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \\ -2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$3.19. \begin{pmatrix} -4 & 2 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad 3.20. \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 6 \\ 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Перечень типовых вопросов к зачету для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Понятие седловой точки. Необходимые и достаточные условия существования седловой точки в чистых стратегиях в антагонистической игре.

2. Теорема Фон Неймана о существовании седловой точки у вогнуто-выпуклых функций.
3. Сведение задачи поиска максимина к задаче максимизации.
4. Смешанные стратегии в матричных антагонистических играх.
5. Существование седловой точки в смешанных стратегиях.
6. Свойства оптимальных смешанных стратегий в матричных антагонистических играх.
7. Доминирование строк и столбцов в матричных антагонистических играх.
8. Решение матричных антагонистических игр $2 \times m$ и $n \times 2$.
9. Итеративный метод Брауна решения матричных антагонистических игр.
10. Вычисление простых решений матричных антагонистических игр. Вполне смешанные игры.
11. Необходимые и достаточные условия для крайних оптимальных смешанных стратегий в матричной антагонистической игре.
12. Доказать, что множества оптимальных смешанных стратегий игроков в матричной антагонистической игре являются выпуклыми многогранниками.
13. Связь между существованием решения задачи линейного программирования в стандартной форме и седловой точкой функции Лагранжа.
14. Сведение решения конечной антагонистической игры к задаче линейного программирования.
15. Оптимальные смешанные стратегии в бесконечных антагонистических играх. Существование седловой точки в смешанных стратегиях в играх с непрерывной платежной функцией.
16. Бескоалиционные игры. Необходимые и достаточные условия для ситуации равновесия.
17. Принцип уравнивания Ю.Б. Гермейера в задачах распределения ресурсов.
18. Модель Гросса "Оборона - нападение".
19. Потоки в сетях. Алгоритм Форда-Фалкерсона нахождения максимального потока в сети.
20. Привести пример, когда алгоритм Форда-Фалкерсона не находит максимального потока.
21. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе в сетях.

Типовые задачи для промежуточной аттестации

1. Найти седловую точку функции $K(x, y) = 8(4xy^2 - 2x^2 - y)$, определенной на множествах $X = Y = [0, 1]$.
2. У двух авиапассажиров, следовавших одним рейсом, пропали чемоданы. Авиакомпания готова возместить ущерб каждому пассажиру. Для того чтобы определить размер компенсации, каждого пассажира просят сообщить, во сколько он оценивает содержимое своего чемодана. Каждый пассажир мо-

жет назвать целочисленную сумму размером не менее 2 долл. и не более 100 долл. Условия компенсации таковы: если оба сообщают одну и ту же сумму, то каждый получит эту сумму в качестве компенсации. Если же заявленный одним из пассажиров ущерб окажется меньше, чем заявленный ущерб другого пассажира, то каждый пассажир получит компенсацию, равную меньшей из заявленных сумм. При этом тот, кто заявил меньшую сумму, получит дополнительно 2 долл., тот, кто заявил большую сумму — дополнительно потеряет 2 долл.

- а) Найдите равновесие Нэша.
- б) Повторите решение, последовательно удаляя доминируемые стратегии. Почему вы думаете, что в реальности стратегии пассажиров будут отличаться от равновесных?

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Важнейшей частью образовательного процесса дисциплины «Теория игр» являются учебные занятия. В ходе занятий осуществляется теоретическое обучение студентов, привитие им необходимых умений и практических навыков по дисциплине.

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Теория игр». Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала, сопровождающееся демонстрацией схем, моделей, графиков.

Порядок изложения материала лекции отражается в плане ее проведения.

Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная часть лекции должна задавать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе (структурно-логической схеме) изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить студентов с содержанием и структурой курса, а так же с организацией учебной работы по нему.

Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические задания по дисциплине имеют цель:

- углубление, расширение и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции, до уровня, на котором возможно их практическое использование;
- экспериментальное подтверждение положений и выводов, изложенных в теоретическом курсе, и усиление доказательности обучения;
- отработку навыков и умений в пользовании графиками, схемами;
- проверку теоретических знаний.

По результатам контроля знаний и умений преподаватель должен провести анализ хода и итогов практических занятий, отметить успехи студентов в решении учебной задачи, а также недостатки и ошибки, разобрать их причины и дать методические указания к их устранению. Таким образом, практические занятия являются важной формой обучения, в ходе которых знания студентов превращаются в профессиональные необходимые умения, навыки и компетенции.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №16 Прикладной математики

« 22 » декабря 2014 года, протокол № 5.

Разработчики:

Скакун Е.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

К.Т.Н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 21 » января 2015 года, протокол № 4.

С изменениями и дополнениями от « 30 » августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).