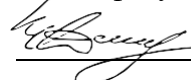


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра информационных и сетевых технологий

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Теория игр и исследование операций»

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Искусственный интеллект»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена на
заседании кафедры
от 17 апреля 2023 г.,
протокол № 8

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 6 от
28 апреля 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными дисциплинами: математический анализ, алгебра и геометрия и дисциплинами модуля Дискретная математика.

Дисциплина «Теория игр и исследование операций» создает фундаментальную базу для изучения профессиональных и специальных дисциплин, закладывает основы системного подхода к решению задач оптимизации, формирует у студентов культуру научного мышления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Дисциплина «Теория игр и исследование операций» относится к модулю «Математическое моделирование и оптимальное управление».

Дисциплина «Теория игр и исследование операций» изучается в 6 семестре.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	ИОПК3.1 Демонстрирует умение анализировать, модифицировать и использовать математические модели в области профессиональной деятельности.	Самостоятельно и грамотно анализирует, модифицирует и использует математические модели в области профессиональной деятельности, в том числе в новой или нестандартной ситуации.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Общая характеристика исследования операций.	6	2	2	0	0	0	7	
2	Введение в теорию игр.	6	2	2	0	0	0	7	
3	Антагонистические игры.	6	2	2	0	0	0	7	
4	Позиционные игры.	6	2	2	0	0	0	7	
5	Неантагонистические игры.	6	2	4	0	0	0	7	
6	Дифференциальные игры.	6	2	2	4	0	0	7	
7	Дискретное программирование.	6	4	2	4	0	0	8	
8	Динамическое программирование.	6	4	2	4	0	0	8	
	ИТОГО		20	18	12	0	0	58	зачет

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общая характеристика исследования операций.

Определение, цели, методы исследования операций. Виды задач исследования операций. Основные этапы операционного исследования. Принципы принятия решений в ИО. Принятие решений в условиях определенности. Методика определения полезности. Принятие решений в условиях риска. Принятие решений в условиях неопределенности. Принятие решений в условиях конфликта.

Раздел 2. Введение в теорию игр.

Игра как математическая модель ситуации. Классификация игр. Доминирующие стратегии. Упрощение игр.

Раздел 3. Антагонистические игры.

Чистые стратегии. Принципы минимакса и максимина. Смешанные стратегии. Графический способ нахождения оптимальных стратегий. Итерационный метод решения матричных игр.

Раздел 4. Позиционные игры.

Структура позиционной игры. Нормализация позиционной игры. Позиционные игры с полной информацией.

Раздел 5. Неантагонистические игры.

Биматричные игры. Примеры биматричных игр. Равновесие по Нэшу. Алгоритм определения равновесий по Нэшу. Оптимальность по Парето. Смешанные стратегии для игр с ненулевой суммой.

Раздел 6. Дифференциальные игры.

Модели дифференциальных игр. Необходимые и достаточные условия оптимальности.

Допустимые стратегии и управления. Гарантирующие стратегии. Равновесные стратегии. Игра преследования. Линейная игра с квадратичной функцией выигрыша. Свойства равновесных стратегий и управлений. Коалиционные дифференциальные игры. Метод доминирования риска. Необходимые и достаточные условия угроз и контругроз.

Локальные угрозы и контругрозы.

Раздел 7. Дискретное программирование.

Задачи дискретного программирования. Метод отсечения. Метод последовательного уточнения оценок. Первый алгоритм Гомори. Доказательство конечности. Второй алгоритм Гомори. Третий алгоритм Гомори. Построение целочисленного правильного отсечения для третьего алгоритма Гомори. Доказательство конечности третьего алгоритма Гомори.

Раздел 8. Динамическое программирование.

Задачи динамического программирования. Прямой и обратный ход алгоритма динамического программирования. Характеристики алгоритмов. Полиномиальные алгоритмы.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

На практических занятиях студенты решают поставленные перед ними задачи под руководством (контролем) преподавателя. Обсуждение процесса решения задачи и оценка правильности полученного результата (постановки задачи, выбора метода ее решения, проверка полученного результата и т.д.) в ходе практического занятия производится коллективно студентами под руководством преподавателя.

Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты решения заданий, выполненных студентами самостоятельно.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. ОС семейства MicrosoftWindows
2. LibreOffice
3. Microsoft Office 365(онлайн)

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

1. MozillaFirefox

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Мазалов, В. В. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие для вузов / В. В. Мазалов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-5627-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153917>
2. Горлач, Б. А. Исследование операций: учебное пособие / Б. А. Горлач. — СанктПетербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211085>

б) дополнительная литература

- Ржевский, С. В. Исследование операций: учебное пособие / С. В. Ржевский. — СанктПетербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1480-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213248>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека «Университетская библиотека online». URL: <http://biblioclub.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>
3. Образовательный портал Череповецкого государственного университета. URL: <https://edu.chsu.ru/>
4. Образовательная платформа Открытое образование, онлайн курсы: Теория игр: <https://openedu.ru/course/mipt/GAMETH/>

Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
Теория игр и исследование операций

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Образцы заданий для выполнения проверочных и контрольных работ

1. Найдите решения игр с заданными платежными матрицами:

а) $\begin{pmatrix} 5 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 7 \end{pmatrix}$

б) $\begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 6 \\ 5 & 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

2. Найдите решения матричных игр, исключив доминируемые стратегии:

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

б) $\begin{pmatrix} 1 & 7 & 10 \\ 6 & 2 & 3 \\ 8 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \end{pmatrix}$

3. Найдите множество всех решений игр с заданными платежными матрицами:

а) $\begin{pmatrix} 0 & 9 & 8 & 7 \\ 10 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$

б) $\begin{pmatrix} 2 & 6 \\ 6 & 7 \\ 8 & 2 \end{pmatrix}$

4. Найдите решение матричной игры, сведя ее к двойственной задаче линейного программирования:

$$\begin{pmatrix} -7 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \\ 6 & -5 & -1 \end{pmatrix}$$

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

5. Найдите приближенное решение игры, заданной матрицей:

2. Критерии оценки выполнения теста

От 3 до 5 баллов выставляется студенту, если по итогам он решил правильно больше, чем половину заданий.

3. Критерии оценки выполнения проверочной работы

От 5 до 8 баллов выставляется студенту, если по итогам он решил правильно больше, чем половину заданий.

От 0 до 3 баллов выставляется студенту, если он решил правильно половину или менее, чем половину заданий.

4. Критерии оценки выполнения контрольной работы

От 6 до 10 баллов выставляется студенту, если по итогам он решил правильно больше, чем половину заданий.

От 0 до 5 баллов выставляется студенту, если он решил правильно половину или менее, чем половину заданий.

5. Критерии оценки выполнения лабораторной работы

По итогам выполнения лабораторной работы студент формирует отчет, демонстрирует результаты своей работы и работы программы преподавателю.

До 8 баллов выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делает выводы.

До 6 баллов выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения лабораторной работы, делает выводы.

До 4 баллов выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или незначительные ошибки; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы; студент испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и формулировке выводов.

От 1 до 3 баллов выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием.

0 баллов выставляется студенту, если студент не справился с заданием.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

1. Определение, цели, методы исследования операций. Виды задач исследования операций.
2. Основные этапы операционного исследования. Принципы принятия решений в ИО.
3. Принятие решений в условиях определенности. Методика определения полезности.
4. Принятие решений в условиях риска.
5. Принятие решений в условиях неопределенности.
6. Принятие решений в условиях конфликта.
7. Игра как математическая модель ситуации Классификация игр.

8. Доминирующие стратегии. Упрощение игр.
9. Чистые стратегии. Принципы минимакса и максимина.
10. Смешанные стратегии. Графический способ нахождения оптимальных стратегий.
11. Итерационный метод решения матричных игр.
12. Структура позиционной игры. Нормализация позиционной игры.
13. Позиционные игры с полной информацией.
14. Биматричные игры. Примеры биматричных игр.
15. Равновесие по Нэшу. Алгоритм определения равновесий по Нэшу.
16. Оптимальность по Паретто.
17. Смешанные стратегии для игр с ненулевой суммой.
18. Модели дифференциальных игр. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
19. Допустимые стратегии и управления. Гарантирующие стратегии.
20. Равновесные стратегии.
21. Игра преследования.
22. Линейная игра с квадратичной функцией выигрыша.
23. Свойства равновесных стратегий и управлений.
24. Коалиционные дифференциальные игры.
25. Метод доминирования риска.
26. Необходимые и достаточные условия угроз и контругроз.
27. Локальные угрозы и контругрозы.
28. Задачи дискретного программирования. Метод отсечения.
29. Метод последовательного уточнения оценок.
30. Первый алгоритм Гомори. Доказательство конечности.
31. Второй алгоритм Гомори.
32. Третий алгоритм Гомори. Построение целочисленного правильного отсечения для третьего алгоритма Гомори.
33. Доказательство конечности третьего алгоритма Гомори.
34. Задачи динамического программирования. Прямой и обратный ход алгоритма динамического программирования.
35. Характеристики алгоритмов.
36. Полиномиальные алгоритмы.

6. Критерии оценки знаний на зачете

Преподаватель в течение лабораторных работ проводит систематический контроль знаний студентов, ориентируясь на перечень вопросов для проведения зачета. Поэтому, если текущий рейтинг по дисциплине будет равен или превысит 55 баллов, студент может получить зачет по дисциплине без прохождения промежуточной аттестации или экзамен с оценкой «удовлетворительно».

Ответ на зачете оценивается исходя из 40 баллов (максимум). Билет содержит теоретический вопрос и практическое задание, преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Полный ответ на основной вопрос оценивается максимум в 20 баллов, предполагает свободное изложение (не чтение) всего необходимого материала, ответы студента на уточняющие вопросы, если они есть. Правильный ответ на дополнительный вопрос оценивается максимум в 5 баллов. Правильное выполнение практического задания оценивается в 20 баллов.

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	базовый
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	повышенный
86-100 баллов	отлично (зачтено)	

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины Теория игр и исследование операций

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Теория игр и исследование операций» являются лекции. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы исследования операций. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению самостоятельной работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков по формализации практических задач выбора оптимального плана, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде самостоятельных работ (в аудитории). Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра студенты сдают экзамен. Экзамен проводится в письменном виде по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя один теоретический вопрос и одну задачу. Во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, с подробно разобранными примерами формализации практических задач принятия оптимального решения и выбора соответствующего алгоритма. К таким можно отнести литературу, указанную выше в п. 1.1 для каждого задания, а также учебные пособия

Морозов В.В., Сухарев А.Г., Федоров В.В. Исследование операций в примерах и за-дачах: Учеб. пособ. М.: Высшая. школа, 1986.

Плащенко, В.В. Исследование операций. В двух частях: учебное пособие для вузов. Ч.1. Теория игр / Плащенко В.В., Зуев А.Н. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2010. - 166 с. <https://edu.chsu.ru/>

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов, основным из которых является

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. иметод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Интернет, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Автори-зация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](#) доступна в сети университета и через Личный кабинет.