

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
«Теория игр и исследование операций»

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 16 апреля 2021 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 7 от 17 мая 2021 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Теория игр и исследование операций" обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию навыков решения прикладных задач в различных областях (экономика, техника, военное дело и др.). Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с методами построения и анализа математических моделей выбора оптимальных вариантов принятия решений, построению эффективных алгоритмов оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Теория игр и исследование операций» относится к базовой части Блока 1. Она основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении дисциплин "Дискретная математика", "Теория вероятностей", "Методы оптимизации".

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП 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 – 2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	<p>ОПК – 2.1 Имеет представление о существующих математических методах и системах программирования необходимых для реализации алгоритмов решения прикладных задач;</p> <p>ОПК – 2.2 Умеет использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач;</p> <p>ОПК – 2.3 Демонстрирует владение навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач</p>	<p>Знать: алгоритмы решения основных комбинаторных задач оптимального выбора; методы учета неопределенности информации в математических моделях выбора оптимальных вариантов.</p> <p>Уметь: классифицировать прикладные задачи оптимального выбора; применить для решения задачи оптимального выбора наиболее эффективный алгоритм.</p> <p>Иметь навыки: формализации прикладных задач выбора оптимальных планов принятия решений; оценки возможностей применения различного рода алгоритмов для решения практических задач.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач.ед., 144 акад.час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего кон- троля успеваемости
			Контактная работа						Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	РАЗДЕЛ 1. Введение. Математические модели исследования операций	8	2	2				6	Решение задач.
2	РАЗДЕЛ 2. Графовые модели исследования операций	8	8	8				16	Решение задач.
3.	РАЗДЕЛ 3. Основы сетевого планирования	8	4	4				6	Решение задач.
4.	РАЗДЕЛ 4. Задачи оптимального распределения ограниченного ресурса	8	4	4				10	Решение задач.
5.	РАЗДЕЛ 5. Игры как математические модели конфликтных ситуаций	8	6	6				17	Решение задач. Контрольная работа
	Всего за 8 семестр		24	24		5		55	Экзамен
	Всего		24	24		5		55	

Содержание разделов дисциплины:

РАЗДЕЛ 1. Введение. Математические модели исследования операций.

Формализация задач принятия оптимальных решений в виде математических моделей; классификация моделей. Оптимальный выбор в условиях неопределенности (принципы Вальда и Сэвиджа); примеры математических моделей. Многокритериальные задачи оптимизации, подходы к ее решению (оптимум по Парето, линейная свертка критериев и др.).

РАЗДЕЛ 2. Графовые модели исследования операций:

Задача о кратчайших путях (алгоритмы Флойда и Дийкстры, алгоритм **A***). Построение матрицы кратчайших путей, алгоритм Форда-Уоршелла. Минимальное остовное дерево (алгоритмы Прима и Краскала). Задача коммивояжера и метод ветвей и границ ее решения, задача о назначениях (венгерский алгоритм), Задача о максимальном потоке в сети, разрезы, теорема Форда-

Фалкерсона, алгоритм пометок. Задача о потоке минимальной стоимости, методы циркуляций и «дешевых» увеличивающих поток цепочек. Транспортная задача на сети. Задача минимальной раскраски графа, приближенные и эвристические алгоритмы решения. Понятие NP-полноты комбинаторных задач.

РАЗДЕЛ 3. Основы сетевого планирования:

Сложный проект как множество взаимосвязанных работ, сетевой график проекта, критические пути, временные резервы работ. Календарный план как решение задачи линейного программирования. Диаграмма Ханта распределения исполнителей по работам.

РАЗДЕЛ 4. Задачи оптимального распределения ограниченного ресурса:

Дискретные задачи распределения ограниченного ресурса, булевская и целочисленная одномерные «задачи о рюкзаке», метод динамического программирования. Задача оптимального распределения ресурса по дугам сетевого графика.

РАЗДЕЛ 5. Игры как математические модели конфликта:

Бескоалиционные игры, понятие решения игры – ситуации равновесия по Нэшу, ситуации оптимальные по Парето, минимаксные стратегии. Примеры игровых моделей. Матричные антагонистические игры и их решение. Основная теорема теории антагонистических матричных игр. Решение биматричных игр. Позиционные игры, решение позиционных игр с полной информацией. Дуополия Курно и другие экономические приложения статических игр с полной информацией.

5. 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 информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации, для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами программы OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acsmc 021-10232, LibreOffice (свободное), издательская система LaTeX;

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

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

1. Лемешко Б.Ю. Теория игр и исследование операций [Электронный ресурс] : конспект лекций / Б.Ю. Лемешко. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 167 с. — 978-5-7782-2198-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45446.html>

б) дополнительная:

2. Короткин, А. А., Модели и алгоритмы исследования операций : учеб.пособие / А. А. Короткин, В. Г. Фокин, Ярославль, ЯрГУ, 2006, 76с. (есть электронный. ресурс)

3. Короткин, А. А., Дополнительные главы по курсу «Теория игр и исследование операций»: текст лекций / А. А. Короткин, Л. П. Бестужева ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2007, 63с. (есть электронный. ресурс)

4. Волков И.К. Исследование операций: Учебник для вузов / И.К.Волков, Е.А. Загоруйко.. М-во образования РФ. - 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 435с.

5. Конюховский, П. В. Теория игр: учебник для академического бакалавриата / П. В. Конюховский, А. С. Малова. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 252 с. Режим доступа www.biblio-online.ru/book/764C82B3-0907-42B2-BEF0-77AE1E7C22E0

6. Писарук Н. Н. Исследование операций / Н. Н. Писарук. – Минск: БГУ. 2015. – 301с. Режим доступа: <http://pisaruk.narod.ru/books/OR.pdf> (Доступ свободный)

в) ресурсы сети «Интернет»

а. Электронные каталоги Научной библиотеки ЯрГУ им. П.Г. Демидова (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_one_find.php)

б. Электронная картотека «Книгообеспеченность» Научной библиотеки ЯрГУ им. П.Г. Демидова (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)

с. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).

д. Электронно-библиотечная система «Юрайт»(<https://urait.ru/>).

е. Электронно-библиотечная система «Лань»(<https://e.lanbook.com/>).

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

-учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,

- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор(ы) :

доцент кафедры компьютерных сетей, к.т.н. Коновалов Е.В.

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

Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Задания для самостоятельной работы

Задание по теме № 1. «Введение. Математические модели исследования операций»
Многокритериальная (векторная) оптимизация. Возможные подходы к решению – оптимальность по Парето, скаляризация критериев (свертка критериев, метод целевого программирования), лексикографическая оптимизация.
Литература к заданию – [7].

Задания по теме №2. Основные графовые модели исследования операций
Нахождение кратчайшего пути в ациклическом ориентированном графе методом динамического программирования. Построение матрицы кратчайших путей, алгоритм Форда-Уоршелла. Транспортная задача на сети. Задача минимальной раскраски графа; приближенные и эвристические алгоритмы решения.
Литература к заданию – [4, 5].

Задания по теме №3. Основы сетевого планирования
Календарный план как решение задачи линейного программирования. Диаграмма Ханта распределения исполнителей по работам. Задача о минимальном числе исполнителей проекта.
Литература к заданию – [7].

Задания по теме №4. Задачи оптимального распределения ограниченного ресурса:
Задача оптимального распределения ресурса по дугам сетевого графика.
Литература к заданию – [7].

Задания по теме №5.
Дуополия Курно. Экономические приложения статических игр с полной информацией.
Литература к заданию – [6].

Тесты для самопроверки

Тест 1.

Антагонистическая игра может быть задана:

- 1) множеством стратегий обоих игроков и седловой точкой (ситуацией равновесия).
- 2) множеством стратегий обоих игроков и функцией выигрыша 1-го игрока.

Ответ: 2)

Тест 2.

Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

- 1) один из игроков имеет бесконечное число стратегий.
- 2) оба игрока имеют бесконечно много стратегий.
- 3) оба игрока имеют одно и то же число стратегий.
- 4) оба игрока имеют конечное число стратегий.

Ответ: 4)

Тест 3

Биматричная игра может быть определена:

- 1) двумя матрицами только с положительными элементами.
- 2) двумя произвольными матрицами
- 3) одной матрицей

Ответ: 2)

Тест 4

Если в матрице игры все строки одинаковы и имеют вид (4 5 1 2), то какая стратегия оптимальна для 2-го игрока:

- 1) первая чистая.
- 2) вторая чистая.
- 3) третья чистая.
- 4) какая-либо смешанная.

Ответ: 3)

Тест 5

Пусть в матричной игре размерности 2×3 одна из смешанных стратегий 1-го игрока имеет вид (0.3, 0.7), а одна из смешанных стратегий 2-го игрока имеет вид (0.3, x , 0.5). Чему равно число x ?

- 1) 0.4.
- 2) 0.2.
- 3) другому числу.

Ответ: 2)

Тест 6

В биматричной игре ситуация равновесия в чистых стратегиях существует

- 1) всегда
- 2) иногда
- 3) никогда

Ответ: 2)

Тест 7

Принимая решение по принципу Вальда, игрок исходит из того, что:

- 1) случится наиболее плохая для него ситуация
- 2) все ситуации равновозможны
- 3) все ситуации возможны с некоторыми заданными вероятностями

Ответ: 1)

Тест 8

Алгоритм Прима используется для нахождения

- 1) кратчайшего пути в графе
- 2) остовного дерева минимального веса
- 3) максимального потока в сети

Ответ: 2)

Тест 9

Пусть $val(f)$ – величина некоторого потока f в сети, $Q(R)$ – пропускная способность некоторого разреза R в сети. Какое соотношение между этими величинами?

- 1) $val(f) \leq Q(R)$
- 2) $val(f) \geq Q(R)$

3) Может быть любое.

Ответ: 1)

Тест 10.

Проект состоит из пяти работ А, В, С, D и Е. Взаимосвязь работ и время их выполнения приведены в таблице. За какое минимальное время можно выполнить проект?

Работа	Опирается на работу	Время выполнения
A	-----	8 дней
B	-----	12 дней
C	A	5 дней
D	B, C	7 дней
E	A	10 дней

Варианты ответа:

- 1) 13 дней
- 2) 20 дней
- 3) 19 дней
- 4) 18 дней

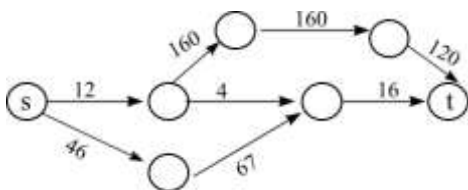
Ответ: 2).

Типовой вариант контрольной работы

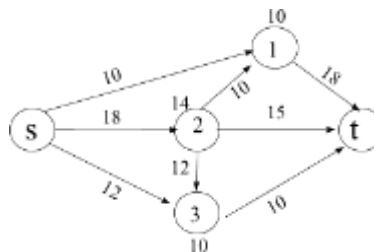
На контрольной работе студентам предлагается два задания из приведенного ниже списка.

Примеры типовых заданий.

Задание 1. Найти максимальный поток в сети (пропускные способности указаны на дугах)



(a)



(б)

Ответ: (a) 28; (б) 38.

Вариант. Найти максимальный поток в сети (б), в которой кроме пропускных способностей q_{ij} дуг заданы еще пропускные способности вершин: $\varphi_1 = 10, \varphi_2 = 14, \varphi_3 = 10$.

Ответ: 34.

Задание 2. Дана матрица стоимости ребер полного графа на пяти вершинах. Построить минимальное остовное дерево

$$\begin{pmatrix} 0 & 3 & 4 & 2 & 7 \\ 3 & 0 & 2 & 8 & 5 \\ 4 & 2 & 0 & 11 & 4 \\ 2 & 8 & 11 & 0 & 6 \\ 7 & 5 & 4 & 6 & 0 \end{pmatrix}$$

Ответ: (2,3), (1,4), (1,2), (3,5).

Задание 3. Решить антагонистическую матричную игру с матрицей выигрышей первого игрока.

$$\begin{pmatrix} h_1 & 0 & 0 \\ 0 & h_2 & 0 \\ 0 & 0 & h_3 \end{pmatrix},$$

где $h_i > 0$, $i = \overline{1,3}$ Обобщить на случай аналогичной матрицы размера $n \times n$.

Ответ: $p_i = h_i^{-1} \left(\sum_{m=1}^n h_m^{-1} \right)^{-1}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Задание 4. Найти ситуации равновесия в биматричной игре с матрицами выигрышей A_1 и A_2 игроков 1 и 2 соответственно

$A_1 =$	-2	-2	5	4
	2	2	5	5
	5	3	6	0

$A_2 =$	-1	5	3	6
	7	3	3	3
	0	1	-1	-1

Ответ: (2, 3)

Задание 5. Проект состоит из 6 взаимосвязанных работ (см. табл.).

За какое минимальное время T_{\min} можно выполнить проект? Как изменится T_{\min} , если работа F будет выполняться не 10, а 12 дней?

Работа	опирается на работы	время выполнения работы (дни)
A	–	10
B	–	11
C	A, B	9
D	A	6
E	C, D	5
F	B,	10

Ответ $T_{\min} = 24$; не изменится

Задание 6.

Решить матричную антагонистическую игру с матрицей выигрыша $A = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$.

Ответ: $p = q = \left(\frac{7}{12}, \frac{5}{12} \right)$, цена игры $v = -\frac{1}{12}$.

Критерии оценивания контрольной работы

«Отлично» (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов. «Хорошо» (4 балла) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной ошибки и одного недочета, или не более трех недочетов. «Удовлетворительно» (3 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы. «Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Критерии оценки устного ответа студента (экзамен).

Экзамен проводится в устной форме по билетам: студент должен выполнить три задания – два теоретических и одно практическое.

На экзамене не разрешается пользоваться литературой, конспектами и иными вспомогательными средствами. В случае использования студентами подобной литературы преподаватель оставляет за собой право удалить студента с зачета, выставив ему неудовлетворительную оценку.

При оценке устных ответов студентов учитываются следующие критерии:

1. Понимание и степень усвоения теории курса.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Правильность формулировки основных понятий и закономерностей
4. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
5. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
6. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.
7. Умение связать теорию с практическим применением.
8. Умение сделать обобщение, выводы.
9. Умение ответить на дополнительные вопросы

Оценка	Знания, умения, навыки и другие компетенции, которые должен продемонстрировать студент
Отлично (5 баллов)	На вопросы даны исчерпывающие ответы, которые показывают прочные знания основных процессов изучаемой предметной области. Ответы отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, которые проиллюстрированы наглядными примерами там, где это необходимо. Ответы изложены грамотным научным языком, все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты верно. Ответы показывают умение связать теорию с практическим применением и умение делать обобщения и выводы. Отвечает на дополнительные вопросы. Студент в полной мере выполнил практическое задание
Хорошо (4 балла)	На вопросы даны в целом верные ответы, но с отдельными неточностями, не носящими принципиального характера. Не все термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения и грамматические / стилистические погрешности изложения. Ответы не проиллюстрированы примерами в должной мере. Ответы не в полной мере показывают умение студента связать теорию с практическим применением. Студент должен выдать хотя бы идею выполнения практического задания
Удовлетворительно (3 балла)	Ответы на вопросы носят фрагментарный характер, верные выводы перемежаются с неверными. Упущены содержательные блоки, необходимые для полного раскрытия темы. Ответы, свидетельствуют в основном о знании процессов изучаемой предметной области, но отличаются недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы. Студент в целом ориентируется в тематике учебного курса, но испытывает трудности с раскрытием конкретных вопросов. Также оценка «удовлетворительно» ставится при верном ответе на один вопрос и неудовлетворительном ответе на другой. Отвечает на большую часть дополнительных вопросов. Студент должен выдать хотя бы идею выполнения практического задания
Неудовлетворительно (2 балла)	Ответы на вопросы отсутствуют либо не соответствуют содержанию вопросов. Ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросах, трактуются ошибочно. Студент не выполнил практическое задание

Примеры типовых билетов устного экзамена

Билет №1

- 1) Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути в графе.
- 2) Сетевой график проекта. Критический путь, критические работы, временные резервы работ.
- 3) Решить методом динамического программирования задачу

$$f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3) + f_4(x_4) \rightarrow \max, \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 6; \quad x_j \in \mathbb{Z}^+,$$

где функции $f_j(x)$ заданы в таблице:

x	0	1	2	3	4	5	6
$f_1(x)$	0	7	12	14	16	17	20
$f_2(x)$	0	8	11	15	17	19	21
$f_3(x)$	0	5	9	12	14	17	19
$f_4(x)$	0	4	10	13	15	18	21

Билет №2

1. Задача о максимальном потоке в сети. Разрезы. Теорема Форда-Фалкерсона
2. Смешанные стратегии в антагонистической матричной игре. Основная теорема теории игр.
3. Для приведенного в таблице проекта построить сетевой график, найти минимальное время, за какое можно выполнить проект, и временные резервы работ.

Работа	опирается на работы	время выполнения работы
A	—	5
B	—	11
C	A	10
D	A	6
E	B, C	14
F	B, C, D	5
G	B, C, D	30
H	E, F	10

Билет №3

1. Бескоалиционные игры. Оптимальность по Парето, равновесия по Нэшу, максиминные стратегии.
2. Потоки в сетях. Задача о потоке минимальной стоимости. Алгоритм циркуляций.
3. Задача. Крупная фирма предполагает приобрести пакет акций одного из трех предприятий П1, П2 или П3. Прибыль, которую получит фирма от покупки акций, не может быть точно известна заранее, так как она зависит от того, как будет изменяться стоимость этих акций. Возможные величины прибыли фирмы от покупки акций предприятий (в млн. руб.) приведены в табл.

Пакет акций	Изменение стоимости акций		
	Рост	Стабильное состояние	Снижение
П1	10	6	-7
П2	6	4	-3
П3	8	3	-2

Величины в таблице обозначают следующее: если, например, фирма приобретет пакет акций предприятия П1 и их стоимость будет расти, то прибыль фирмы составит 10 млн. руб. Если стоимость акций предприятия П1 будет оставаться стабильной, то прибыль фирмы составит 6 млн. руб. При снижении стоимости ак-

ций убытки фирмы составят 7 млн. руб.

Согласно имеющимся экспертным оценкам, возможны четыре сценария развития экономической ситуации С1, С2, С3, С4:

- сценарий С1: стоимость акций предприятий П1 и П2 остается стабильной, стоимость акций предприятия П3 растет;
 - сценарий С2: стоимость акций П1 снижается, П2 и П3 – растет;
 - сценарий С3: стоимость акций П1 растет, П2 и П3 – снижается;
 - сценарий С4: стоимость акций всех предприятий остается стабильной.
- Требуется определить, какой пакет акций следует приобрести фирме.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Профессиональные компетенции						
ПК-2	Контрольная работа, экзамен	2, 3, 5	<u>Знание</u> основных моделей исследования операций. <u>Умение</u> решать практические задачи исследования операций.	<u>Знать</u> основные математические модели исследования операций (минимальное дерево, кратчайшие пути, оптимальное распределение ограниченного ресурса, бескоалиционные игры) и соответствующие алгоритмы решения. <u>Уметь</u> находить равновесия по Нэшу в чистых стратегиях. в биматричных играх.	Знать (помимо указанных в разделе Пороговый уровень) основные понятия теории потоков в сетях, уметь находить максимальный поток и минимальный разрез в сети. Уметь решать задачу о потоке минимальной стоимости, находить решение матричных игр в смешанных стратегиях. Иметь навыки построения математических моделей исследования операций	Дополнительно к знаниям и умениям, указанных в разделе Продвинутый уровень, знать основы теории сложности дискретных задач исследования операций (NP-полнота), уметь находить решения позиционных игр с полной информацией. Уметь строить математические модели операций по неформальному описанию (на естественном языке) прикладных задач.

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;

- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

**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 учебное пособие

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

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. и метод. 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 «Авторизация», 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.