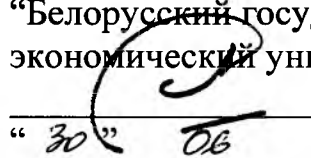


Учреждение образования
“Белорусский государственный экономический университет”

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
“Белорусский государственный
экономический университет”

 А.В.Егоров
“ 30 ” 06 2025 г.

Регистрационный № УД 6582-25 уч.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
6-05-0533-09 «Прикладная математика»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта общего высшего образования ОСВО 6-05-0533-09-2023 и учебного плана по специальности «Прикладная математика».

СОСТАВИТЕЛИ:

Крюк Е.В., доцент кафедры математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат экономических наук, доцент;

Бородина Т.А., ассистент кафедры математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кашникова Инна Васильевна, заведующий кафедрой микропроцессорных систем и сетей учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент;

Денисенко Николай Васильевич, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 11 от 13.05.2025);

Методической комиссией по специальностям «Экономическая кибернетика (по направлениям)», «Прикладная математика», «Экономика» с профилизацией «Анализ данных в экономике и бизнесе» учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 9 от 23.05.2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 6 от 25.06.2025).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учебной дисциплины «Исследование операций» направлена на изучение вопросов количественного обоснования решений по управлению целенаправленными процессами в сложных системах.

Цель учебной дисциплины “Исследование операций” - ознакомление студентов с методологией применения математических моделей в системе экономического менеджмента. В программу включены наиболее известные математические модели ситуаций и процессов.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

- Изучение различных видов задач исследования операций и методов их решения;
- Овладение навыками применения пакетов компьютерных программ для решения задач исследования операций;
- Приобретение навыков использования результатов для выработки и обоснования управленческих решений.

В результате изучения учебной дисциплины «Исследование операций» формируется следующая **компетенция**:

специализированная:

строить и анализировать математические модели для задач принятия оптимальных решений в прикладных областях экономики, обосновывать методы их теоретического исследования, включающие аппарат математического программирования, теории игр, вариационного исчисления, оптимального управления и упорядочения.

Одним из главных результатов, достигаемого в результате усвоения студентами учебной дисциплины ИСО, является выработка системного подхода в управлении экономикой. Само построение математической модели ситуации или процесса подразумевает системный подход.

Особое место отводится изучению методов анализа математической модели, в том числе специальных.

Структура учебной программы и методика преподавания учитывают новые результаты экономических исследований и последние достижения в области педагогики и информационных технологий, ориентируя обучающихся на приобретение компетенции:

В результате изучения учебной дисциплины студенты должны:

знать:

- принципы математического моделирования ситуаций принятия решений;
- основные классы математических моделей и методов принятия оптимальных решений;

уметь:

- строить математические модели принятия экономических решений;

уметь навык:

- проведения количественных расчетов с использованием вычислительных возможностей (например, MS Excel);

– построения математических моделей принятия экономических решений и их использования для решения соответствующих задач управления экономикой.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и совершенствовать свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Учебная дисциплина относится к модулю «Математические методы принятия решений» компонента учреждения образования.

Учебные дисциплины, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины - «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая экономика», «Методы оптимизации». Учебные дисциплины, для усвоения которых важна данная дисциплина – «Прикладные математические модели в отраслях экономики», «Компьютерное моделирование экономических систем», «Численные методы», «Модели данных и система управления базами данных», «Имитационное и статистическое моделирование».

Основной программный материал излагается на лекциях и закрепляется на практических и лабораторных занятиях. Часть материала предлагается для самостоятельного изучения. Текущий контроль осуществляется путем опроса на практических занятиях, проведения лабораторных занятий и выполнения индивидуальных заданий. В течение семестра предусматривается проведение двух двухчасовых контрольных работ и проведение расчетно-графической работы.

Форма получения образования – дневная.

В соответствии с учебным планом университета на изучение учебной дисциплины отводится:

общее количество учебных часов – 230,

для дневной формы обучения:

аудиторных - 106 часов, из них лекции 30 часов, практические занятия – 32 часа, лабораторные занятия – 44 часа.

Распределение аудиторного времени по курсам и семестрам:

5 семестр – лекции 30 часов, практические занятия – 32 часа, лабораторные занятия 44 часа.

Самостоятельная работа студента -124 часа.

Трудоемкость – 6 з.ед.

Формы промежуточной аттестации - зачет, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Основные понятия исследования операций (ИСО): операции, решение; показатель эффективности. История развития исследования операций. Разновидности задач ИСО: детерминированные и стохастические. Природа неизвестных факторов. Методы и модели обоснования решений. Типовые модели исследования операций.

Раздел 1. Модели теории игр

Тема 2. Основные понятия и определения теории игр

Основные понятия теории игр: игра, конфликтная ситуация, игрок, стратегия. Классификация игр. Примеры экономических ситуаций, описываемых методами теории игр.

Тема 3. Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в чистых стратегиях

Игра двух лиц с нулевой суммой. Платежная матрица игры. Нижняя и верхняя цена игры. Гарантирующие стратегии. Решение игры в чистых стратегиях, седловая точка, седловой элемент. Упрощение платежной матрицы. Понятие о доминируемых и доминирующих стратегиях. Дублирующие стратегии. Теорема о преобразовании платежной матрицы.

Тема 4. Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях

Решение игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях. Смешанная стратегия, математическое ожидание выигрыша, оптимальная смешанная стратегия, цена игры. Основная теорема матричных игр. Теорема о критерии решения матричных игр и ее смысл. Решение игры размерности $m \times n$ методами линейного программирования. Аналитическое решение игры 2×2 . Активные стратегии. Теорема об активных стратегиях. Графоаналитическое решение игры 2×2 , $2 \times n$, $m \times 2$. Решение игры $m \times n$ приближенным методом Брауна-Робинсона.

Тема 5. Статистические игры

Понятие игры с природой. Критерий Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Байеса, Лапласа, Ходжа-Лемана. Метод дерева решений.

Тема 6. Биматричные игры

Определение биматричной игры. Игра в нормальной форме. Доминируемая стратегия (слабо доминируемая). Строго доминируемая стратегия. Последовательное исключение строго доминируемых стратегий. Равновесие в доминирующих стратегиях. Определение равновесного исхода. Смешанное расширение игры. Равновесие Нэша в смешанных стратегиях.

Решение биматричной игры 2×2 графическим способом. Решение биматричной игры путем сведения ее к задаче линейного программирования. Равновесие по Нэшу. Доминирование по Парето, оптимальность по Парето.

Тема 7. Кооперативные игры

Определение коалиции, определение характеристической функции и ее свойства.

Определение кооперативной игры. Групповая и индивидуальная сущность кооперативной игры. Определение дележа в кооперативной игре. Доминирование дележей в кооперативной игре. Определение стратегически эквивалентных кооперативных игр. Редуцированная (нормализованная) форма игры.

Теорема о соответствии кооперативной игры и игры в нормализованной форме.

Определение и смысл характеристической функции для игры в редуцированной форме. Определение С-ядра. Теорема о принадлежности дележа к С-ядру. Аксиомы Шепли. Вектор Шепли: определение и смысл.

Раздел 2. Специальные модели исследования операций

Тема 8. Модели сетевого планирования и управления

Методы сетевого планирования. Описание объектов экономики в форме графа. Понятие задачи сетевого планирования и управления и ее применение. Критический путь и критический срок. Расчет временных параметров сетевого графика. Резервы времени работ. Ранние и поздние сроки начала и окончания работ. Линейный график. Понятие оптимизации сетевых графиков. Оптимизация по ресурсам. Зависимость стоимости выполнения работы от ее продолжительности. Оптимизация сетевого графика по времени при фиксированном времени выполнения комплекса работ и при ограниченных затратах ускорение выполнения комплекса работ. Оптимизация по стоимости при фиксированном и произвольном времени выполнения работ. Оптимальный безрезервный план.

Тема 9. Потоки на сетях

Задача оптимизации потока через сеть. Постановка задачи на максимальный поток через сеть и ее применение в управлении экономикой. Понятие разреза на сети. Теорема Форда о минимальном разрезе.

Оптимизация максимального потока на сети. Оптимизация потока через сеть как задача линейного программирования. Нахождение минимального разреза на сети. Метод последовательной загрузки полных путей. Максимальный поток на сети и оптимизация в сетевом программировании. Специальный алгоритм оптимизации дополнительных финансовых вложений основанный на минимальном разрезе по коэффициентам дополнительных затрат.

Тема 10. Модели управления запасами

Основные понятия теории управления запасами: запас, виды затрат в системе управления запасами, критерий оптимальности управления производством и запасами. Простейшая однопродуктовая модель управления запасами: предпосылки и определение оптимальных параметров (величины партии, длины цикла, величины затрат). Определение точки заказа и моментов подачи заказа в простейшей модели управления запасами. Модели оптимальных партий поставок при дефиците. Определение оптимальной величины партии в условиях оптовой и дифференциальной скидки на размер заказа. Многопродуктовая модель управления поставками из разных источников. Многопродуктовая модель управления поставками из одного источника. Стохастические модели управления запасами.

Тема 11. Модели теории массового обслуживания

Понятие о системе массового обслуживания (СМО). Примеры СМО в экономике. Элементы СМО. Структура СМО. Предмет теории массового обслуживания.

Определение потока случайных событий. Поток случайных событий: стационарный, ординарный, без последствия. Понятие простершего потока. Частота поступления требований и длительность обслуживания в простейшем потоке.

Графическая модель СМО. Классификация моделей СМО. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами. Состояния СМО, граф состояний, интенсивность нагрузки, перечень показателей эффективности, примеры. Одноканальная и многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Состояния СМО, граф состояний, перечень показателей эффективности, примеры. Одноканальная и многоканальная СМО с ожиданием без ограничения на длину очереди. Состояния СМО, граф состояний, уровень загрузки системы (нагрузка на один канал), перечень показателей эффективности, примеры. Определение оптимальных параметров СМО.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР				
						ЛК	ПЗ	ЛЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5 семестр										
Тема 1	Введение.	1							[1-5]	
	Раздел 1. Модели теории игр									
Тема 2	Основные понятия и определения теории игр	1							[1-5]	Опрос
Тема 3	Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в чистых стратегиях	2							[1-5]	Опрос
	Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в чистых стратегиях		2						[1-5]	Упражнения с комментированным выполнением
Тема 4	Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях	2							[1-5]	Опрос
	Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях		4						[1-5]	Опрос, учебное задание
	Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях				4				[1-5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 5	Статистические игры	2							[1-5]	Опрос
	Статистические игры		2						[1-5]	Опрос, учебное задание

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР				
						ЛК	ПЗ	ЛЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Статистические игры				4				[1-5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 6	Биматричные игры	4							[1-5]	Опрос
	Биматричные игры		2						[1-5]	Опрос, упражнения на закрепление с последующим разбором
	Биматричные игры				4				[1-5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 7	Кооперативные игры	2							[1-5]	Опрос
	Кооперативные игры		4						[1-5]	Опрос, учебное задание. Контрольная работа.
	Кооперативные игры				2				[1-5]	Отчет по лабораторной работе
	Раздел 2. Специальные модели исследования операций									
Тема 8	Модели сетевого планирования и управления	8							[1,2,5]	Опрос
	Модели сетевого планирования и управления		8						[1,2,5]	Опрос. Упражнения с комментированным выполнением.
	Модели сетевого планирования и управления				8				[1,2,5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 9	Потоки на сетях	2							[1,2,5]	Опрос
	Потоки на сетях		2						[1,2,5]	Опрос, учебное задание
	Потоки на сетях				8				[1,2,5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 10	Модели управления запасами	2							[1,2,5]	Опрос
	Модели управления запасами		4						[1,2,5]	Опрос, учебное задание. Контрольная работа

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР				
						ЛК	ПЗ	ЛЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Модели управления запасами				10				[1,2,5]	Отчет по лабораторной работе
Тема 11	Модели теории массового обслуживания	4							[1,2,5]	Опрос
	Модели теории массового обслуживания		4						[1,2,5]	Опрос, Расчетно-графическая работа
	Модели теории массового обслуживания				4				[1,2,5]	Отчет по лабораторной работе
	Итого 5 семестр	30	32		44					Зачет, экзамен
	Всего часов	30	32		44					

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Ашманов, С. А. Введение в математическую экономику. Математические модели и методы в экономике : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / С. А. Ашманов. – Изд. стер. – Москва : ЛЕНАНД, 2022. – 293 с.
2. Гурко, А. И. Экономико-математические методы и модели : пособие для студентов и магистрантов, обучающихся по специальности направления образования "Экономика и организация производства" / А. И. Гурко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т, Каф. "Инженерная экономика". – Минск : БНТУ, 2020. – 235, [1] с.
3. Захаров, А. В. Теория игр в общественных науках : [учебник для вузов] / А. В. Захаров. - 2-е изд., испр. - Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. - 302 с. : ил.
4. Кораблев, Ю. А. Теория игр. Примеры и задачи. : учебное пособие / Ю. А. Кораблев. – Москва : КноРус, 2024. – 176 с. – ISBN 978-5-406-12172-6. – URL: <https://book.ru/book/950669> (дата обращения: 28.05.2025). – Текст : электронный.
5. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [Г. О. Читая и др.] ; под ред. Г. О. Читая, С.Ф. Миксюк. – Минск : БГЭУ, 2018. – 511 с.

Дополнительная:

1. Бабенышев, С. В. Системный анализ и исследование операций : учебное пособие / С. В. Бабенышев, Е. Н. Матеров. - Железногорск : ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. - 122 с.: ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1880655> (дата обращения: 28.05.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Болотский, А. В. Исследование операций и методы оптимизации / А. В. Болотский, О. А. Кочеткова – Москва : Лань, 2020. – 116 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : учебное пособие / Е. С. Вентцель. – М.: Юстиция, 2019 – 192 с.
4. Диксит, А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни : пер. с англ. Н. Яцок / А. Диксит, Б. Нэлбафф – 2-е изд. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 457 с.
5. Леньков, И. И. Моделирование управленческих решений : практикум для студентов учреждений высшего образования, осваивающих образовательную программу I ступени высшего образования по

- специальности 1-26 01 03 Государственное управление и экономика / И. И. Ленков ; Академия упр. при Президенте Респ. Беларусь. - Минск : Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2020. - 108, [1] с. : ил.
6. Ловянников, Д. Г. Исследование операций : учебное пособие / Д. Г. Ловянников, И. Ю. Глазкова. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. –
RL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467012> (дата обращения: 23.05.2025). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
7. Невежин, В. П. Игровые модели для экономических задач : учебное пособие / В. П. Невежин, А. И. Богомолов. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 195 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/textbook_5cac4aab732631.13260132. - ISBN 978-5-16-015007-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1862660> (дата обращения: 30.05.2025). – Режим доступа: по подписке.
8. Писарук, Н. Н. Исследование операций / Н. Н. Писарук. – Минск : БГУ, 2015. – 304 с.
9. Новиков, А. И. Исследование операций в экономике : учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2025. – 352 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=720322> (дата обращения: 28.05.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-05773-1. – Текст : электронный.
10. Таха, Х. А. Исследование операций / Х. А. Таха – 10-е издание – М.: Вильямс, 2019 – 2056 с.
11. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – 7-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2019. – 398 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573373> (дата обращения: 28.05.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02736-9. – Текст : электронный.
12. Шафранская, И. В. Исследование операций : практикум : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса / И. В. Шафранская ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. упр. образования, науки и кадров, УО "Белорус. гос. с.-х. акад.". - Горки : БГСХА, 2019. - 168 с.

Перечень вопросов для проведения зачета

1. Предмет исследования операций. Особенности применения исследования операций в экономике.
2. Роль прикладных математических исследований в экономике
3. Определение теории игр, основные понятия, классификация игр.
4. Матричные игры с нулевой суммой и их решения.
5. Упрощение платежной матрицы. Понятие о доминируемых и доминирующих стратегиях. Дублирующие стратегии.
6. Решение матричных игр в чистых стратегиях, седловая точка, седловой элемент.
7. Решение матричных игр в смешанных стратегиях
8. Аналитическое решение игры 2×2 .
9. Геометрическое решение игры 2×2 .
10. Геометрическое решение игры $2 \times n$.
11. Геометрическое решение игры $m \times 2$.
12. Решение игры размерности $m \times n$ методами линейного программирования.
13. Решение игры $m \times n$ приближенным методом Брауна-Робинсона
14. Статистические игры.
15. Определение оптимальной стратегии в условиях частичной неопределенности по критериям Байеса, Лапласа.
16. Определение оптимальной стратегии в условиях неопределенности по критериям Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Ходжа-Лемана.
17. Решение биматричных игр.
18. Графическое решение биматричной игры 2×2 .
19. Решение с использованием метода дерева решений.
20. Определение равновесного исхода.
21. Равновесие по Нэшу.
22. Доминирование по Парето, оптимальность по Парето.
23. Решение кооперативных игр.
24. Определение и смысл характеристической функции для игры в $(0,1)$ редуцированной форме.
25. Определение С-ядра.
26. Решение задач о принадлежности дележа к С-ядру.
27. Нахождение вектора Шепли.
28. Основные понятия и определения сетевого планирования и управления.
29. Основные принципы построения сетевой модели.
30. Линейный график комплекса работ (график Ганта). Диаграмма потребления ресурсов.
31. Расчет временных параметров событий. Критический путь.
32. Сроки начала и окончания работ. Резервы времени работ.
33. Оптимизационные задачи сетевого планирования и управления.
34. Оптимизация по ресурсам.
35. Оптимизация сетевого графика по времени при фиксированном времени выполнения комплекса работ

36. Оптимизация сетевого графика по времени при ограниченных затратах на ускорение выполнения комплекса работ.
37. Оптимизация по стоимости при фиксированном времени выполнения работ.
38. Оптимизация по стоимости при нефиксированном времени выполнения работ.
39. Основные виды систем: управления запасами: системы с оперативным и периодическим контролем.
40. Простейшая модель управления запасами. Формула Уилсона. Графики изменения уровней запасов.
41. Модель управления запасами с учетом неудовлетворенных требований.
42. Моделирование управлением запасами с учетом скидок.
43. Многопродуктовая модель управления запасами с ограничением на складскую площадь: снабжение из различных источников.
44. Многопродуктовая модель управления запасами с ограничением на складскую площадь: снабжение из одного источника.
45. Управление запасами при случайном спросе: коэффициенты надежности и риска, страховой запас.
46. Управление запасами при случайном спросе: нахождение оптимального страхового запаса и точки размещения заказа.
47. Основные понятия и примеры задач массового обслуживания.
48. Граф состояний, размеченный граф состояний СМО.
49. Потоки событий. Простейший поток и его свойства
50. Многоканальная СМО с ограниченной очередью и ее характеристики.
51. Многоканальная СМО с неограниченной очередью и ее характеристики.
52. Многоканальная СМО с отказами и ее характеристики.
53. Одноканальная СМО с ограниченной очередью и ее характеристики.
54. Одноканальная СМО с неограниченной очередью и ее характеристики.
55. Одноканальная СМО с отказами и ее характеристики.

Перечень вопросов для проведения экзамена

1. Основные понятия ИСО: операции, решение, показатель эффективности.
2. Разновидности задач ИСО: детерминированные и стохастические.
3. Природа неизвестных факторов.
4. Основные понятия теории игр: игра, конфликтная ситуация, игрок, стратегия.
5. Классификация игр
6. Примеры экономических ситуаций, описываемых методами теории игр
7. Игра двух лиц с нулевой суммой. Платежная матрица игры.
8. Нижняя и верхняя цена игры. Гарантирующие стратегии.
9. Решение игры в чистых стратегиях, седловая точка, седловой элемент.
10. Упрощение платежной матрицы. Понятие о доминируемых и доминирующих стратегиях. Дублирующие стратегии. Теорема о преобразовании платежной матрицы.

11. Решение игр в смешанных стратегиях. Смешанная стратегия, математическое ожидание выигрыша, оптимальная смешанная стратегия, цена игры.
12. Основная теорема матричных игр. Теорема о критерии решения матричных игр и ее смысл.
13. Аналитическое решение игры 2×2 .
14. Геометрическое решение игры 2×2 .
15. Геометрическое решение игры $2 \times n$.
16. Геометрическое решение игры $m \times 2$.
17. Решение игры размерности $m \times n$ методами линейного программирования.
18. Решение игры $m \times n$ приближенным методом Брауна-Робинсона.
19. Понятие игры с природой.
20. Критерий Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Байеса, Лапласа, Ходжа-Лемана, Гермейера.
21. Метод дерева решений.
22. Определение биматричной игры
23. Игра в нормальной форме. Игра в позиционной форме
24. Доминируемая стратегия (слабо доминируемая). Строго доминируемая стратегия.
25. Определение равновесного исхода.
26. Равновесие по Нэшу.
27. Доминирование по Парето, оптимальность по Парето.
28. Теорема об итерационном исключении стратегий.
29. Графическое решение биматричной игры 2×2 .
30. Определение коалиции, определение характеристической функции и ее свойства.
31. Определение кооперативной игры.
32. Групповая и индивидуальная существенность кооперативной игры.
33. Определение дележа в кооперативной игре.
34. Доминирование дележей в кооперативной игре.
35. Определение стратегически эквивалентных кооперативных игр.
36. $(0,1)$ редуцированная (нормализованная) форма игры.
37. Теорема о соответствии кооперативной игры и игры в нормализованной форме.
38. Определение и смысл характеристической функции для игры в $(0,1)$ редуцированной форме.
39. Определение С-ядра.
40. Теорема о принадлежности дележа к С-ядру.
41. Аксиомы Шепли.
42. Вектор Шепли: определение и смысл
43. Описание объектов экономики в форме графа.
44. Понятие задачи сетевого планирования и управления и ее применение.
45. Основные понятия и принципы построения сетевого графика.
46. Нумерация событий сетевого графика
47. Расчет временных параметров событий.

48. Путь, полный путь, критический путь, определение критического пути четырехсекторным методом.
49. Полный и свободный резервы времени работ
50. Ранний и поздний сроки начала и окончания работ.
51. Линейный график комплекса работ.
52. Понятие оптимизации сетевых графиков методом «время-стоимость», зависимость продолжительности работы от затрат.
53. Оптимизация по ресурсам.
54. Оптимизация сетевого графика по времени при фиксированном времени выполнения комплекса работ
55. Оптимизация сетевого графика по времени при ограниченных затратах на ускорение выполнения комплекса работ.
56. Оптимизация по стоимости при фиксированном времени выполнения работ.
57. Оптимизация по стоимости при нефиксированном времени выполнения работ.
58. Основные понятия теории управления запасами: запас, виды затрат в системе управления запасами, критерий оптимальности управления производством и запасами.
59. Простейшая однопродуктовая модель управления запасами: предпосылки и определение оптимальных параметров (величины партии, длины цикла, величины затрат).
60. Определение точки заказа и моментов подачи заказа в простейшей модели управления запасами.
61. Модели оптимальных партий поставок при дефиците.
62. Определение оптимальной величины партии в условиях оптовой и дифференциальной скидки на размер заказа.
63. Многопродуктовая модель управления поставками из разных источников.
64. Многопродуктовая модель управления поставками из одного источника.
65. Понятие о системе массового обслуживания (СМО).
66. Примеры СМО в экономике. Элементы СМО. Структура СМО. Предмет теории массового обслуживания.
67. Определение потока случайных событий. Потоки случайных событий: стационарный, ординарный, без последствия.
68. Понятие простершего потока. Частота поступления требований и длительность обслуживания в простейшем потоке.
69. Графическая модель СМО.
70. Классификация моделей СМО.
71. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами. Состояния СМО, граф состояний, интенсивность нагрузки, перечень показателей эффективности, примеры.
72. Одноканальная и многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Состояния СМО, граф состояний, перечень показателей эффективности, примеры.

73. Одноканальная и многоканальная СМО с ожиданием без ограничения на длину очереди. Состояния СМО, граф состояний, уровень загрузки системы (нагрузка на один канал), перечень показателей эффективности, примеры.
74. Определение оптимальных параметров СМО.

Перечень лабораторных занятий

1. Решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой в смешанных стратегиях
2. Решение и анализ статистических игр
3. Решение и анализ биматричных игр
4. Решение и анализ кооперативных игр
5. Решение и анализ задач сетевого планирования и управления
6. Решение и анализ задач максимального потока
7. Решение и анализ задач управления запасами
8. Решение и анализ задач систем массового обслуживания

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

1. Excel

Организация самостоятельной работы студентов

Для получения компетенций по учебной дисциплине важным этапом является самостоятельная работа студентов.

На самостоятельную работу обучающегося дневной формы получения образования отводится 124 часа.

Содержание самостоятельной работы обучающихся включает все темы учебной дисциплины из раздела «Содержание учебного материала».

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием учебных занятий;
- углубленное изучение разделов, тем, отдельных вопросов, понятий;
- выполнение типовых расчетов, расчетных работ, индивидуальных практических работ, расчетно-графических работ;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям, в том числе подготовка сообщений, тематических докладов, информационных и демонстративных материалов, рефератов, презентаций, эссе и т.д.;

- подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ, типовых и прочих расчетов, индивидуальных практических и расчетно-графических работ;
- работа с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;
- подготовку к сдаче промежуточной аттестации.

Контроль качества усвоения знаний

Диагностика качества усвоения знаний проводится в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации.

Мероприятия *текущего* контроля проводятся в течение семестра и включают в себя следующие формы контроля:

- экспресс-опрос на аудиторных занятиях;
- опрос;
- фронтальный опрос;
- учебное задание;
- контрольная работа;
- расчетно-графическая работа;
- математический диктант;
- иные формы.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится три раза в семестр.

Результат текущего контроля за семестр оценивается отметкой или отметкой в баллах по десятибалльной шкале или зачтено (не зачтено) и отражаются в ведомости текущей аттестации по учебной дисциплине, модулю.

Требования к обучающемуся при прохождении промежуточной аттестации.

Обучающиеся допускаются к промежуточной аттестации по учебной дисциплине при условии успешного прохождения текущей аттестации (выполнения мероприятий текущего контроля) по учебной дисциплине, предусмотренной в текущем семестре данной учебной программой.

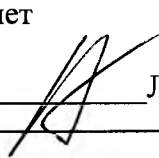
Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (5 семестр) и экзамена (5 семестр).

Методика формирования отметки по учебной дисциплине

Отметка по учебной дисциплине формируется на основе оценки полученных знаний на зачете, экзамене и рейтинговой оценки (в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний, умений и навыков студентов БГЭУ).

При формировании итоговой оценки на зачете и экзамене используется рейтинговая система оценки знаний обучающихся, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, изучение с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Модели данных и система управления базами данных	Кафедра Экономической информатики	Замечаний и предложений нет  Л.В. Серебряная	

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»
(Регистрационный № _____ от _____)
на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математических методов в экономике
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
