

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. зав.кафедрой  / Гумеров И.С.



Согласовано:

Председатель УМК естественно-математического факультета

 / Ильбулова Г.Р.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

(наименование дисциплины)

Обязательная часть

(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)

программа бакалавриата

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

Прикладная математика и информационные технологии

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н.,

(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Беликова О.Н.

Для приема: 2023 г.

Сибай 2023 г.

Составитель: Беликова О.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий, протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой И / Гумеров И.С./

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Обладает фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	<i>Знать</i> основные факты, концепции, принципы математического моделирования, используемого при решении прикладных задач.
		ОПК-3.2. Умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.
		ОПК-3.3. Имеет навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций» относится к обязательной части дисциплин. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре очной формы обучения и на 5 курсе в 10 семестре очно-заочной формы обучения.

В курсе «Исследование операций» изучаются математические модели экономических процессов и следующие вопросы исследования операций: модели целочисленного, выпуклого и динамического программирования, модели управления запасами, элементы теории игр, модели сетевого планирования и управления.

Дисциплина «Исследование операций» знакомит обучающихся с широким кругом математического аппарата, используемого в экономических понятиях, принципах, закономерностях, составляющих основу современного экономического мышления, и закладывающих фундамент для последующего изучения конкретных экономических дисциплин.

Цель дисциплины: расширить и углубить знания в области экономического анализа со значительным использованием математического аппарата и научить их использовать полученные знания в профессиональной деятельности.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен владеть основами экономического анализа и базовым математическим аппаратом. Обучаемый должен обладать навыками системного, функционального и статистического анализа, а также владеть основными понятиями экономической теории, микро- и макроэкономики.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-3.1. Обладает фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	Обладает фундаментальными знаниями, по математическим моделям для решения прикладных задач.	Не обладает фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	Обладает на удовлетворительном уровне фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	Обладает на хорошем уровне фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	Обладает на отличном уровне фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.
ОПК-3.2. Умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Не умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Слабо умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Хорошо умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Уверенно умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.
ОПК-3.3. Имеет навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Имеет навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Не владеет навыками применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности сформированы слабо	Хорошо владеет навыками применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Отлично владеет навыками выбора применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-3.1. Обладает фундаментальными знаниями по математическим моделям для решения прикладных задач.	<i>Знать</i> фундаментальные основы, знаний по математическим моделям для решения прикладных задач.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-3.2. Умеет использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-3.3. Имеет навыки применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10)

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»; от 60 до 79 баллов – «хорошо»; от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Исследование операций

Направление: Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная математика и информационные технологии

Курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль			6	13
1. Аудиторная работа	1	4	1	4
2. Выполнение самостоятельных работ	3	3	5	9

Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №1		1	5	10
Модуль 2				
Текущий контроль			7	14
1. Аудиторная работа	2	3	3	6
2. Выполнение самостоятельных работ	4	2	4	8
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №2		1	5	10
Модуль 3				
Текущий контроль			7	13
1. Аудиторная работа	1	5	3	5
2. Выполнение самостоятельных работ	4	2	4	8
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №3		1	5	10
Поощрительные баллы				
1. Выполнение заданий повышенной трудности	1	10	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	6
2. Посещение практических занятий			0	10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30
ИТОГО			35	110

Планы лекционных и практических занятий

Модуль 1 Модели целочисленного, динамического, выпуклого программирования
Лк: 8 ч., пр.з: 8 ч. Темы лекций и практических занятий:

Постановка задачи целочисленного программирования.

Примеры задач целочисленного линейного программирования: задача о рюкзаке, задачи с фиксированными доплатами, дихотомии, задача о «раскрое».

Методы отсечения.

Метод Гомори.

Понятие о методе ветвей и границ.

Модели выпуклого программирования.

Производная по направлению и градиент.

Выпуклые функции. Задача выпуклого программирования.

Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации.

Методы спуска.

Приближенное решение задач выпуклого программирования градиентным методом.

Модели динамического программирования.

Общая постановка задачи динамического программирования.

Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.

Задача о распределении средств между предприятиями.

Общая схема применения метода динамического программирования.

Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на n лет.

Задача о замене оборудования.

Модуль 2. Модели управления запасами

Лк: 8 ч., пр.з: 6 ч. Темы лекций и практических занятий:

Модели управления запасами: основные понятия.
Статистическая детерминированная модель без дефицита.
Статистическая детерминированная модель с дефицитом.
Стохастические модели управления запасами.
Модели сетевого планирования и управления.
Сетевая модель и ее основные элементы.
Порядок и правила построения сетевых графиков.
Упорядочение сетевого графика.
Понятие о пути.

Модуль 3 Теория игр

Лк: 8 ч., пр.з: 10 ч. Темы лекций и практических занятий:

Элементы теории игр.
Понятие об игровых моделях.
Платежная матрица.
Нижняя и верхняя цена игры.
Решение игр в смешанных стратегиях.
Геометрическая интерпретация игры 2×2 .
Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.

Задания для организации рубежного контроля

Контрольная работа №1 используется для рубежного контроля в модуле 1, контрольная работы №2 и №3 - для рубежного контроля в модулях 2 и 3.

Контрольная работа №1. Темы: модели целочисленного, выпуклого и динамического программирования

1. Найти решение задачи целочисленного программирования $L(x) = 3x_1 - x_2 - 5x_3 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + 4x_3 = 7, \\ 3x_1 + 2x_3 \leq 4, \\ x_1 - 3x_3 \leq 3, \quad x_{1,2,3} \in Z^+. \end{cases}$$

Составить двойственную задачу и решить ее без условия целочисленности. Используя теоремы двойственности, проверить связь нецелочисленных решений прямой и двойственной задач.

2. Фирма занимается производством корпусной мебели и выпускает два вида книжных полок: А и В. В первом цехе осуществляется распил ламинированных древесностружечных плит (ЛДСП) и сборка каркаса, во втором – остекление полок. Затраты времени в каждом цехе и расход материала на изготовление одной книжной полки, а также прибыль от реализации единицы продукции указаны в таблице.

Показатель	Полки типа А	Полки типа В
Расход ЛДСП на 1 ед, м ²	2	3
Затраты времени в I цехе на 1 ед., ч	2,7	3
Затраты времени во II цехе на 1 ед., ч	1	1,2
Прибыль на 1 ед., у.е.	160	210

Месячный фонд времени, отведенный на изготовление полок, для первого цеха составляет 780 ч., для второго – 324 ч., максимально возможный объем расхода ЛДСП в месяц – 720 м². Определите месячный план выпуска продукции, при котором прибыль будет максимальной.

3. Найти решение задачи целочисленного программирования $L(x) = 4x_1 + 5x_2 + x_3 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_4 = 10, \\ x_1 + 4x_2 + x_5 = 11, \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 = 13, \quad x_{1,2,3,4,5} \in Z^+. \end{cases}$$

4. Найти решение задачи целочисленного программирования $L(x) = x_1 + 4x_2 - 5x_3 - 3x_4 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 \leq 10, \\ 3x_1 + 5x_2 - x_3 + x_4 \leq 14, \\ x_{1,2,3,4} \in Z^+. \end{cases}$$

5. Найти решение задачи целочисленного программирования $L(x) = 3x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 2x_4 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 \leq 23, \\ x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 \leq 17, \\ x_{1,2,3,4} \in Z^+. \end{cases}$$

6. Исследовать на выпуклость функции: а) $z = 5 - x_1^2 - x_2^2$; б) $z = -x_1x_2 + 2x_1$; в) $z = -\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2}$, $x_1 > 0, x_2 > 0$.

7. Решить задачу выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации: $z = x_2 - x_1^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2^2 \leq 3, \\ 0 \leq x_1 \leq \frac{2}{3}, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Указание: отрезок изменения каждой из переменных разбить на 4 части.

8. Проверить указанные точки на оптимальность в задаче выпуклого программирования:

$$\begin{aligned} f(x) &= -2x_1^2 - 3x_2^2 + x_1 - 6 \rightarrow \max_x, \\ X &= \{x \mid x_1^2 + x_1 - 3 \leq 0, \quad 2x_1 + x_2 - 5 \leq 0, \quad x_2 \geq 0\}, \\ x^1 &= (1, 1), x^2 = (2, 1), x^3 = \left(\frac{1}{4}, 0\right), x^4 = (0, 0). \end{aligned}$$

9. Проверить указанные точки на оптимальность в задаче выпуклого программирования:

$$\begin{aligned} f(x) &= x_1^2 + 3x_1 \rightarrow \min_x, \\ X &= \{x \mid x_1^2 + x_2^2 - 2x_1 + 8x_2 + 16 \leq 0, \quad x_1 - x_2 \leq 5, \}, \\ x^1 &= (1, -4), x^2 = (0, -4), x^3 = (2, -4). \end{aligned}$$

10. Найти оптимальное распределение средств между n предприятиями при условии, что прибыль $f(x)$, полученная от каждого предприятия, является функцией от вложенных в него средств x . Вложения кратны Δx , а функции $f(x)$ заданы таблично:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f_1(x)$	5	9	12	14	15	18	20	24	27
$f_2(x)$	7	9	11	13	16	19	21	22	25
$f_3(x)$	6	10	13	15	16	18	21	22	25

Критерии оценки (в баллах): за каждое правильно выполненное задание студент получает 1 балл. Максимально возможное количество баллов за работу: 10 баллов.

Контрольная работа №2. Темы: модели управления запасами, модели сетевого планирования и управления

1. На первом станке производятся детали в количестве 12 000 ед. в месяц. Эти детали используются для производства продукции на втором станке производительностью 3 600 ед. в месяц. Оставшиеся детали образуют запас. Издержки хранения составляют 0,5 руб. за одну деталь в месяц. Стоимость производственного цикла на первом станке равна 800 руб. Требуется определить оптимальный размер партии на первом станке, если период планирования равен четырем месяцам.

2. Магазин "Медвежонок" продает игрушечные гоночные машинки. Эта фирма имеет таблицу скидок на машинки в случае покупок их в определенном количестве (см. табл.). Издержки заказа составляют 49 тыс. руб. Годовой спрос на машинки равен 5000. годовые издержки хранения в отношении к цене составляют 20%, или 0,2. Необходимо найти размер заказа, минимизирующий общие издержки.

Вариант скидки	1	2	3
Размер заказа, шт.	0+1000	1000+2000	Более 2000
Размер скидки, %	0	4	5
Цена со скидкой, руб.	5,00	4,80	4,75

3. Менеджер приобретает в течение года 1500 телевизоров для розничной продажи в свое магазине. Издержки хранения каждого телевизора равны 45 тыс. руб. в год. Издержки заказа – 150 тыс. руб. Количество рабочих дней в году равно 300, время выполнения заказа – 6 дней. Необходимо найти:

- а) оптимальный запас заказа;
- б) годовые издержки заказа;
- в) точку восстановления запаса.

4. Менеджер продает 400 водяных кроватей в год, причем издержки хранения равны 1 тыс. руб. за кровать в день и издержки заказа – 40 тыс. руб. Количество рабочих дней равно 250 и время выполнения заказа – 6 дней.

- а) Каков оптимальный размер заказа?
- б) Чему равна точка восстановления запаса?
- в) Каков оптимальный размер заказа, если издержка хранения равны 1,5 тыс. руб.?

5. Компания закупает у завода-изготовителя лобовые стекла грузовых автомобилей для розничной продажи. В год, за 200 рабочих дней, реализуется около 10 000 стекол. Издержки заказа для компании составляют 400 тыс. руб., ежедневные издержки хранения одного стекла – 6 тыс. руб. Чему равен оптимальный размер заказа? Каковы минимальные годовые совокупные издержки?

6. Годовой заказ на тостер равен 3 000 единиц, или 10 в день. Издержки заказа равны 25 тыс. руб., издержки хранения – 0,4 тыс. руб. в день. Так как тостер является очень популярным среди покупателей, то в случае отсутствия товара покупатель обычно согласен подождать. Пока не подойдет следующий заказ. Однако издержки, связанные с дефицитом, равны 0,75 тыс. руб. за тостер в день.

- а) Сколько тостеров будет заказывать менеджер.
- б) Каков минимальный дефицит?
- в) Чему равны совокупные издержки?

7. Департамент Юго-Западного округа Москвы рассматривает возможность реконструкции торгового центра у станции метро «Юго-Западная». После сноса старых палаток проектом предусматривается строительство павильонов для сдачи их в аренду торговым фирмам. Работы, которые необходимо выполнить при реализации проекта, а также их взаимосвязь и время выполнения указаны в следующей таблице:

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	Подготовить архитектурный проект	—	5
<i>B</i>	Определить будущих арендаторов	—	6
<i>C</i>	Подготовить проспект для арендаторов	<i>A</i>	4
<i>D</i>	Выбрать подрядчика	<i>A</i>	3
<i>E</i>	Подготовить документы для получения разрешения на строительство	<i>A</i>	1
<i>F</i>	Получить разрешение на строительство	<i>E</i>	4
<i>G</i>	Осуществить строительство	<i>D, F</i>	14
<i>H</i>	Заключить контракты с арендаторами	<i>B, C</i>	12
<i>I</i>	Вселить арендаторов в павильоны	<i>G, H</i>	2

Сколько работ на критическом пути? Какова длина критического пути? На сколько недель можно отложить начало выполнения работы *E*, чтобы это не повлияло на срок выполнения проекта? На сколько недель можно отложить начало выполнения работы *B*, чтобы это не повлияло на срок выполнения проекта (полный резерв времени)? На сколько недель можно отложить начало выполнения работы *C*, чтобы это не изменило наиболее поздний срок наступления последующего события (свободный резерв времени)?

8. Экономический факультет МГУ разрабатывает новую программу для повышения квалификации преподавателей, обучающих количественным методам анализа экономики. Желательно, чтобы эту программу можно было реализовать в наиболее сжатые сроки. Имеются существенные взаимосвязи между дисциплинами, которые необходимо отразить, составляя расписание занятий. Например, методы управления проектами *PERT/CPM* должны рассматриваться лишь после того, как слушатели обсудят различные аспекты (коммерческие, финансовые, экономические, технические и др.) проектного анализа, связанные с жизненным циклом проекта. Дисциплины и их взаимосвязь указаны в следующей таблице:

Дисциплина	Непосредственно предшествующие дисциплины	Время изучения, дни
<i>A</i>	—	4
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	<i>A</i>	2
<i>D</i>	<i>A</i>	6
<i>E</i>	<i>C, B</i>	3
<i>F</i>	<i>C, B</i>	3
<i>G</i>	<i>D, E</i>	5

Найдите минимальное время, за которое можно выполнить программу. Какова длина критического пути? Какое количество дисциплин находится на критическом пути? Каков резерв времени изучения дисциплины *F*?

9. Построить сетевую модель и произвести расчет ее временных параметров методом сетевого планирования на основе заданной структурной таблицы комплекса работ. Для этого необходимо:

- построить предварительный сетевой график, упорядочить номера событий,
- вычислить ранние и поздние сроки свершения событий, найти критический путь и критическое время, построить окончательный сетевой график,
- вычислить характеристики работ, представить их в виде таблицы,

г) построить линейную карту сети по ранним и поздним срокам свершения событий.
Информация о проекте задана в виде таблицы:
Структурная таблица комплекса работ

Работ	Опирается на работы	Продолжительность работы	Работа	Опирается на работы	Продолжительность работы
a1	-	3	a8	a3	1
a2	-	1	a9	a4, a5, a7	1
a3	a1	2	a10	a4, a5, a7	3
a4	a1	4	a11	a6, a9	1
a5	a2	3	a12	a6, a9	5
a6	a2	2	a13	a8, a10, a11	2
a7	a3	1			

10. Построить сетевой график. Найти продолжительность выполнения комплекса работ, временные характеристики событий и работ. В скобках указана продолжительность работ. Сделать деревянный ящик (работу выполняет один человек). Разместить доски в соответствии с размерами ящика (15 мин); разрезать доски (12 мин); склеить части ящика (40 мин); прибить к крышке ящика петли (8 мин); подождать, пока ящик высохнет, и вытереть его (15 мин); петли (с крышкой) прибить к ящику (10 мин).

Критерии оценки (в баллах): за каждое правильно выполненное задание студент получает 1 балл. Максимально возможное количество баллов за работу: 10 баллов.

Контрольная работа №3. Темы: модели теории игр

1. В учениях участвуют два корабля *A* и *B*, которые одновременно производят выстрелы друг в друга через равные промежутки времени. При каждом обмене выстрелами корабль *A* поражает корабль *B* с вероятностью 0,6, а корабль *B* поражает корабль *A* с вероятностью 0,75. Предполагается, что при любом попадании корабль выходит из строя. Определить матрицу вероятностей переходов, если состояниями цепи Маркова являются комбинации: *E1* – оба корабля в строю, *E2* – в строю только корабль *A*, *E3* – в строю только корабль *B*, *E4* – оба корабля поражены. Найти стационарное распределение вероятностей состояний.

2. Швейное предприятие реализует свою продукцию через магазин. Сбыт зависит от состояния погоды. В условиях теплой погоды предприятие реализует 1000 костюмов и 2300 платьев, а при прохладной погоде - 1400 костюмов и 700 платьев. Затраты на изготовление одного костюма равны 20, а платья - 5 рублям, цена реализации соответственно равна 40 рублей и 12 рублей. Определить оптимальную стратегию предприятия.

3. Приведено сокращённое изложение фрагмента одного из "Приключений Шерлока Холмса". Согласно известным понятиям теории игр составить модель конфликтной ситуации и формально записать игру.

Шерлок Холмс намерен отправиться из Лондона в Дувр с дальнейшей целью попасть на континент (европейский), чтобы спастись от профессора Мориарти, который преследует его. Сев в поезд, он увидел на вокзальной платформе профессора Мориарти. Шерлок Холмс допускает, что Мориарти может выбрать особый поезд и обогнать его. У Шерлока Холмса две альтернативы: продолжать поездку до Дувра или сойти на станции Кентерберри, являющейся единственной промежуточной станцией на его маршруте. Мы принимаем, что его противник достаточно разумен, чтобы определить возможности Холмса, поэтому перед ним те же две альтернативы. Оба противника должны выбрать станцию, чтобы сойти на ней с поезда, не зная, какое решение примет каждый из них. Если в результате принятия решения оба окажутся на одной и той же станции, то можно однозначно считать, что Шерлок Холмс будет

убит профессором Мориарти. Если же Шерлок Холмс благополучно доберётся до Дувра, то он будет спасён.

3. Трое студентов музыкальной школы подрабатывают в разных клубах, свою выручку они получают от посетителей клубов. Установить, выгодно ли им объединять свои силы (если да, то с какими условиями), используя понятия теории игр для решения кооперативных игр n лиц, при следующих исходных данных. В среднем их выручка за один вечер составляла: у скрипача 600 единиц; у гитариста 700 единиц; у певицы 900 единиц. Пытаясь увеличить выручку, студенты в течение нескольких месяцев создавали различные группы. Результаты показали, что, объединившись, они могут увеличить свою выручку за вечер следующим образом: скрипач + гитарист зарабатывали 1500 единиц; скрипач + певица зарабатывали 1800 единиц; гитарист + певица зарабатывали 1900 единиц; скрипач + гитарист + певица зарабатывали 3000 единиц.

4. Петя и Миша играют в такую игру. Петя берёт в каждую руку по монетке: в одну – 10 коп., а в другую – 15. После этого содержимое левой руки он умножает на 4, 10, 12 или 26, а содержимое правой руки – на 7, 13, 21 или 35. Затем Петя складывает два получившихся произведения и называет Мише результат. Может ли Миша, зная этот результат, определить, в какой руке у Пети – правой или левой – монета достоинством в 10 коп.?

5. Ладья стоит на поле $a1$ шахматной доски. За ход разрешается сдвинуть ее на любое число клеток вправо или вверх. Выигрывает тот, кто поставит ладью на клетку $h8$. Кто выигрывает при правильной игре?

6. На плоскости расположены 100 точек-овец и одна точка-волк. За один ход волк передвигается на расстояние не больше 1, после этого одна из овец передвигается на расстояние не больше 1, после этого снова ходит волк и т.д. При любом ли начальном расположении точек волк сможет поймать одну из овец?

7. Белая ладья преследует чёрного слона на доске 3×1969 клеток (они ходят по очереди по обычным правилам). Как должна играть ладья, чтобы взять слона? Первый ход делают белые.

8. В одной куче 18 конфет, а в другой – 23. Двое играют в игру: одним ходом можно съесть одну кучу конфет, а другую разделить на две кучи. Проигравшим считается тот, кто не может сделать ход, то есть перед ходом которого имеются две кучи из одной конфеты. Кто выигрывает при правильной игре?

9. Имеется 100 камней. Два игрока берут по очереди от 1 до 5 камней. Проигрывает тот, кто берет

последний

камень.

Определите выигрышную стратегию первого игрока.

10. В ряд записаны всевозможные правильные несократимые дроби, знаменатели которых не больше ста. Маша и Света ставят знаки "+" или "-" перед любой дробью, перед которой знак еще не стоит. Они делают это по очереди, но известно, что Маше придётся сделать последний ход и вычислить результат действий. Если он получится целым, то Света даст ей шоколадку. Сможет ли Маша получить шоколадку независимо от действий Светы?

Критерии оценки (в баллах): за каждое правильно выполненное задание студент получает 1 балл. Максимально возможное количество баллов за работу: 10 баллов.

Задания для организации текущего контроля

Текущий контроль модуля 1 включает в себя три самостоятельные работы №1 - №3. Текущий контроль модуля 2 включает в себя две самостоятельные работы №4, №5. Текущий контроль модуля 3 включает в себя две самостоятельные работы №6, №7.

Примерный вариант заданий самостоятельной работы № 1. Тема: Модели целочисленного программирования

1. Найти графически методом и методом Гомори оптимальное целочисленное решение задачи линейного программирования $L(x) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 6, \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 3, \\ x_{1,2} \in Z^+. \end{cases}$$

2. Решить задачу методом Гомори $L(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 5x_1 + 7x_2 \leq 21, \\ -x_1 + 3x_2 \leq 8, \\ x_{1,2} \in Z^+. \end{cases}$$

3. Найти оптимальное решение задачи целочисленного программирования $L(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$,

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11, \\ 2x_1 + x_3 \leq 5, \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13, \quad x_{1,2,3} \in Z^+. \end{cases}$$

Критерии оценки (в баллах):

Количество верно решенных задач	Количество баллов
1	1
2	2
3	3

Примерный вариант заданий самостоятельной работы № 2. Тема: Модели выпуклого программирования

1. Исследовать на выпуклость функции: а) $y = \frac{2}{x}$, $x > 0$; б) $z = e^{2x_1 - x_2}$.

2. Решить геометрически задачу выпуклого программирования: $z = 2 - x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} x_2 \leq 4 - x_1^2, \\ x_1 + x_2 \geq 1, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

3. Решить задачу выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации: $z = (x_1 - 3)^2 + 2(x_2 - 2)^2 \rightarrow \min$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \leq 16, \\ 3x_1 + x_2 \leq 15, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Указание: отрезок изменения переменной x_1 $[0; 5]$ разбить на 5 частей, а отрезок изменения переменной x_2 $[0; 4]$ разбить на 4 части.

Критерии оценки (в баллах):

Количество верно решенных задач	Количество баллов
1	1
2	2
3	3

Примерный вариант заданий самостоятельной работы № 3. Тема: модели динамического программирования

1. Руководство финансовой компании рассматривает 4 инвестиционных проекта, между которыми собирается распределить 100 млн. руб. В зависимости от объема выделенных денежных средств x , каждый инвестиционный проект приносит финансовой компании дополнительный доход $f_i(x)$, ($i = \overline{1;4}$) у.е.:

Объем выделенных денежных средств, x (млн. руб.)	Дополнительный доход инвестиционного проекта в зависимости от объема выделенных денежных средств, $f_i(x)$ (у.е.)			
	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
0	0	0	0	0
20	9	12	6	7
40	20	20	11	19
60	42	31	20	29
80	45	39	40	35
100	59	47	62	51

Определить размер максимального дополнительного дохода от вложения денежных средств в рассматриваемые инвестиционные проекты. Определить оптимальное распределение средств финансовой компании, обеспечивающее ей максимальный дополнительный доход от инвестиций во все проекты.

2. На производственном предприятии «ТИТАН» оборудование эксплуатируется в течение $T = 5$ лет, после чего продается (считается, что после T лет оборудование в результате морального износа не способно обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции). В начале каждого года руководство предприятия принимает решение сохранить оборудование или заменить его новым аналогичным (при этом старое оборудование продается, а вырученные средства направляются на покрытие части стоимости нового оборудования). Первоначальная стоимость нового оборудования составляет $P(t) = 10000$ тыс. руб., затраты на содержание оборудования – $r(t)$ тыс. руб., и ликвидная стоимость оборудования – $\varphi(t)$ тыс. руб. приведены в таблице:

t	0	1	2	3	4	5
$r(t)$	600	800	1200	1500	1900	–
$\varphi(t)$	–	8000	7000	5000	3000	1000

Определить минимальные суммарные затраты производственного предприятия «ТИТАН» на эксплуатацию оборудования в течение рассматриваемого периода T . Определить оптимальную стратегию (план-график) эксплуатации оборудования, обеспечивающую минимальные суммарные затраты производственного предприятия «ТИТАН» на эксплуатацию в течение рассматриваемого периода T в условиях текущих цен.

Критерии оценки (в баллах):

Количество верно решенных задач	Количество баллов
1	1,5
2	3

Примерный вариант заданий самостоятельной работы № 4. Тема: Модели управления запасами

1. Ежедневный спрос на некоторый товар составляет 100 ед. Затраты на пополнение товара не зависят от его объема и равны 100 д.е. Ежедневные затраты на хранение единицы товара

составляют 0,02 д.е. Определить оптимальный размер партии при сроке выполнения заказа, равном 12 дням.

2. Магазин закупает духи на одной из парфюмерных фабрик. Годовой спрос на этот продукт составляет 600 флаконов. Издержки заказа равны 850 руб., издержки хранения – 510 руб. за одну упаковку (20 флаконов) в год. Магазин заключил договор на поставку с фиксированным интервалом времени. Количество рабочих дней в году – 300. Время поставки товара – 6 дней. Чему равен оптимальный объем пополнения запаса? Чему равно оптимальное число заказов в течении года? Чему равна точка восстановления запаса? Каковы минимальные совокупные издержки?

3. Предположим, что дополнительно к данным задачи из предыдущего примера упущенная прибыль, связанная с отсутствием товара и утратой доверия клиентов, составляет 20 руб. в год за один флакон духов. Необходимо определить оптимальный размер заказа при плановом дефиците и решить вопрос о необходимости введения системы с плановым дефицитом.

Критерии оценки (в баллах):

Количество верно решенных задач	Количество баллов
1	1,3
2	2,6
3	4

Примерный вариант заданий самостоятельной работы № 5. Тема: Модели сетевого планирования

1. Консалтинговая компания «Системы управленческих решений» специализируется на разработке систем поддержки проектов. Компания заключила контракт на разработку компьютерной системы, предназначенной для помощи руководству фирмы при планировании капиталовложений. Руководитель проекта разработал следующий перечень взаимосвязанных работ:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	—	4
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	—	5
<i>D</i>	<i>B</i>	2
<i>E</i>	<i>A</i>	9

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>F</i>	<i>B</i>	4
<i>G</i>	<i>C, D</i>	8
<i>H</i>	<i>B, E</i>	3
<i>I</i>	<i>F, G</i>	5
<i>J</i>	<i>H</i>	7

Постройте графическое представление проекта. Используйте метод *CPM* для нахождения критического пути. Какова длина критического пути? Сколько работ находится на критическом пути? Каков резерв выполнения работы *F*?

2. Рассмотрите следующий проект:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	—	5
<i>B</i>	—	3
<i>C</i>	<i>A</i>	7
<i>D</i>	<i>A</i>	6
<i>E</i>	<i>B</i>	7
<i>F</i>	<i>D, E</i>	3
<i>G</i>	<i>D, E</i>	10

Найдите критический путь. За какое минимальное время может быть выполнен проект? Сколько работ находится на критическом пути? На сколько недель можно отложить выполнение работы *D* без отсрочки завершения проекта в целом? На сколько недель можно отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом?

3. Проект пуско-наладки компьютерной системы состоит из восьми работ. Непосредственно предшествующие работы и продолжительность выполнения работ указаны в следующей таблице:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, дни
<i>A</i>	—	3
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	<i>A</i>	2
<i>D</i>	<i>B, C</i>	5
<i>E</i>	<i>D</i>	4
<i>F</i>	<i>E</i>	3
<i>G</i>	<i>B, C</i>	9
<i>H</i>	<i>F, G</i>	3

Найдите критический путь. Сколько времени потребуется для выполнения проекта? Сколько работ на критическом пути? Чему равно наиболее раннее время начала работы *C*? На сколько дней можно отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом? Чему равно наиболее позднее время окончания работы *F*? На сколько дней можно отложить выполнение работы *F* без отсрочки завершения проекта?

Критерии оценки (в баллах):

Количество верно решенных задач	Количество баллов
1	1,3
2	2,6
3	4

Примерный вариант заданий для самостоятельных работ № 6, 7. Тема: Теория игр

1. Определить нижнюю цену игры и верхнюю цену игры. Чему равна цена игры, если игра задана платёжной матрицей:

$$\Theta = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 4 \\ 4 & 8 & 1 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

2. Найти решение игры, т.е. найти оптимальные стратегии, если игра задана платёжной матрицей:

$$\Theta = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 3 \\ 4 & 5 & 4 & 5 \\ 4 & 8 & 1 & 4 \\ 2 & 1 & 5 & 5 \end{pmatrix}$$

3. Игра задана платёжной матрицей: $\Theta = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти решение этой игры в смешанных стратегиях.

4. Найти оптимальную стратегию игрока A в условиях, когда его выигрыш зависит от одного из состояний природы и задан платёжной матрицей:

	S_1	S_2	S_3	S_4
A_1	5	11	19	23
A_2	8	6	8	27
A_3	22	17	15	18
A_4	26	23	20	14

5. Рассмотрим приведенную ниже игру в нормальной форме, в которой игрок 1 выбирает строки, а игрок 2 – столбцы. Проведите процесс последовательного исключения строго доминируемых стратегий. Найдите все равновесия Нэша (РН) в чистых стратегиях. Найдите все РН в смешанных стратегиях. Проведите процесс последовательного исключения строго доминируемых стратегий. Стратегия Т игрока 1 строго доминирует стратегию М ($4 > 1$, $3 > 2$, $1 > 0$). После исключения стратегии М игрока 1 стратегия R игрока 2 строго доминирует стратегию С ($1 > 0$, $4 > 2$). После исключения стратегии С игрока 2 остается игра 2×2 , в которой стратегии не сравнимы по доминированию:

	L	R
T	4,2	1,1
B	1,1	2,4

6. Петя и Маша независимо друг от друга выбирают натуральные числа x и y , соответственно, которые заключены между 5 и 9 включительно. Если $x+y > 14$, то выигрывает Петя и Маша платит ему y рублей. Если $x+y < 14$, то выигрывает Маша, и Петя платит ей x рублей. Если $x+y = 14$, то противники ничего не выплачивают друг другу. Построить платежную матрицу игры, когда Петя является первым игроком, а Маша – вторым игроком.

Перечень вопросов к экзамену.

1. Основные понятия управления запасами.
2. Статическая детерминированная модель без дефицита.
3. Статическая детерминированная модель с дефицитом.
4. Стохастические модели управления запасами.
5. Стохастические модели управления запасами с фиксированным временем задержки поставок.
6. Назначение и области применения сетевого планирования и управления.
7. Сетевая модель и ее основные элементы.
8. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевого графика. Понятие о пути.
9. Временные параметры сетевых графиков.
10. Сетевое планирование в условиях неопределенности.
11. Коэффициент напряженности работы. Анализ и оптимизация сетевого графика.
12. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».
13. Классификация игр и методов решения игровых задач.
14. Оптимальность в антагонистических играх.

15. Принцип максимина. Нижнее значение игры.
16. Принцип минимакса. Верхнее значение игры.
17. Ситуация равновесия в чистых стратегиях.
18. Седловая точка. Цена игры.
19. Смешанные стратегии. Существования минимаксов в смешанных стратегиях.
20. Решение игры $—2 \times 2$, графический метод решения игры $—2 \times 2$.
21. Графоаналитический метод решение игр $—2 \times n$, $—m \times 2$.
22. Способы редуцирования игр $—m \times n$.
23. Доминирование стратегий. Матричные игры и линейное программирование.
24. Игры с природой. Критерии выбора оптимальной стратегии Байеса, Лапласа, Вальда, Гурвица, Сэвиджа. Примеры.
25. Определение бескоалиционной игры в нормальной форме.
26. Биматричные игры. Примеры. Эквивалентные игры.
27. Решения бескоалиционных игр.
28. Ситуация равновесия по Нэшу. Теорема Нэша.
29. Оптимальность по Парето.
30. Игра, разрешимая в строгом смысле. Многоугольник выигрышей.
31. Кооперативная игра двух лиц.
32. Понятие сговора. Переговорное множество и выпуклая оболочка.
33. Теорема об оптимальности в кооперативных играх.
34. Понятие позиционной игры. Граф решений. Позиции.
35. Постановка задачи целочисленного программирования.
36. Примеры задач целочисленного линейного программирования: задача о рюкзаке, задачи с фиксированными доплатами, дихотомии, задача о «раскрое».
37. Методы отсечения.
38. Метод Гомори. Понятие о методе ветвей и границ.
39. Модели выпуклого программирования. Производная по направлению и градиент.
40. Выпуклые функции. Задача выпуклого программирования.
41. Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации.
42. Методы спуска.
43. Приближенное решение задач выпуклого программирования градиентным методом.
44. Модели динамического программирования.
45. Общая постановка задачи динамического программирования.
46. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.
47. Задача о распределении средств между предприятиями.
48. Общая схема применения метода динамического программирования.
49. Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на n лет.
50. Задача о замене оборудования.

Перечень задач к экзамену

1. Составить матрицу A для матричной игры «Чётная сумма»: 1 и 2 игроки одновременно называют число 1, 2 или 3. Если сумма названных чисел – чётна, то 1 игрок платит 2 игроку эту сумму, если нечётна, то 2 игрок платит 1 игроку. Определить, существует ли решение этой игры в чистых стратегиях.
2. Проверить, существует ли решение матричной игры в чистых стратегиях. Если да, то найти оптимальные стратегии и цену игры, иначе найти нижнюю и верхнюю цену игры, а также стратегии, реализующие осторожное поведение игроков:

$$A_2 = \begin{matrix} & 1 & 4 & 6 \\ 6 & 5 & 10 \end{matrix}$$

3. Определить, являются ли смешанные стратегии $X = (1/3; 2/3; 0)$ и $Y = (1/5; 3/5; 1/5)$ оптимальными стратегиями для матричной игры с матрицей A , найти выигрыш 1 и 2 игрока при использовании этих стратегий. $A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -3 \\ 2 & 0 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

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

4. Составить задачи линейного программирования, соответствующие игре с матрицей A . Пусть известно решение этих задач: $X_1 = 3/28$, $X_2 = 3/28$, $X_3 = 1/14$, и $Y_1 = 1/14$, $Y_2 = 1/7$, $Y_3 = 1/14$. Найти оптимальные стратегии игроков и цену матричной игры.

5. Найти оптимальные стратегии для 1 и 2 игроков, определить цену матричной игры с

матрицей $A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 \\ -1 & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 6 \end{pmatrix}$: а) аналитическим способом, б) графическим способом.

6. Для биматричной игры с матрицами A и B : $H(A, B) = \begin{pmatrix} (2, 3) & (5, 5) & (-1, 4) \\ (4, 5) & (2, 5) & (3, 6) \end{pmatrix}$ найти все

ситуации равновесия по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях; найти ситуации игры, оптимальные по Парето, в чистых и смешанных стратегиях; найти арбитражное решение и соответствующую этому решению стратегию коалиции двух игроков.

7. Рассмотрим приведенную ниже игру в нормальной форме, в которой игрок 1 выбирает строки, а игрок 2 – столбцы.

	L	C	R
T	4,2	3,0	1,1
M	1,2	2,4	0,3
B	1,1	4,2	2,4

Проведите процесс последовательного исключения строго доминируемых стратегий.

Найдите все равновесия Нэша (РН) в чистых стратегиях. Найдите все РН в смешанных стратегиях.

8. Андрей Удачливый, торговый агент компании *Volvo*, занимается продажей последней модели этой марки автомобиля. Годовой спрос на эту модель оценивается в 4000 единиц. Цена каждого автомобиля равна 90 тыс. руб., а годовые издержки хранения составляют 10% от цены самого автомобиля. Анализ показал, что средние издержки заказа составляют 25 тыс. руб. на заказ. Время выполнения заказа — 8 дней. Ежедневный спрос на автомобили равен 20. Чему равен оптимальный размер заказа? Чему равна точка восстановления? Каковы совокупные издержки? Каково оптимальное количество заказов в год? Каково оптимальное время между двумя заказами, если предположить, что количество рабочих дней в году равно 200?

9. Магазин «Лада» закупает духи «Ландыш» на одной из парфюмерных фабрик. Годовой спрос на этот продукт составляет 600 шт. Издержки заказа равны 850 руб., издержки хранения — 510 руб. за одну упаковку (20 шт.) в год. Магазин заключил договор на поставку с фиксированным интервалом времени. Количество рабочих дней в году — 300. Время поставки товара — 6 дней. Стоимость одного флакона — 135 руб. Чему равно оптимальное число заказов в течение года? Чему равна точка восстановления запаса? Каковы минимальные совокупные издержки?

10. На первом станке производятся детали в количестве 12 000 единиц в год. Эти детали используются для производства продукции на втором станке производительностью 3600 единиц в год. Оставшиеся детали образуют запас. Издержки хранения составляют 0,5 руб. за одну деталь в год. Стоимость производственного цикла на первом станке равна 800 руб. Определите оптимальный размер партии на первом станке.

11. . Небольшой салон специализируется на продаже видеоманитофонов стоимостью 2000 руб. Затраты на хранение единицы продукции составляют 500 руб. Изучение спроса, прове-

денное в течение месяца, дало следующее распределение числа покупаемых видеомангито-фонов:

Спрос, шт.	3	4	5	6	7
Вероятность	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найдите оптимальный размер запаса.

12. Мистер Бобров приобретает в течение года 1500 телевизоров для розничной продажи в своем магазине. Издержки хранения каждого телевизора равны 45 руб. в год. Издержки заказа — 150 руб. Количество рабочих дней в году равно 300, время выполнения заказа — 6 дней. Каков оптимальный размер заказа? Чему равны годовые издержки заказа? Чему равна точка восстановления запаса?

Темы докладов, рефератов, сообщений

Доклады, рефераты и сообщения могут использоваться для набора поощрительных баллов.

1. Однономенклатурные экономико-математические модели управления запасами.
2. Экономико-математические модели управления запасами.
3. Многономенклатурные экономико-математические модели управления запасами.
4. Экономико-математические модели хранения запасов.
5. Экономико-математическое моделирование задачи о минимальном покрывающем дереве в графе.
6. Экономико-математическое моделирование задач стохастического программирования.
7. Экономико-математическое моделирование задачи целевого программирования.
8. Двухкритериальная задача о назначениях.
9. Экономико-математическое моделирование задач сетевого планирования в условиях неопределенности.
10. Экономико-математическое моделирование задач динамического программирования.
11. Задача о назначениях.
12. Задача о коммивояжере.
13. Модификация метода ветвей и границ для решения задачи о коммивояжере.
14. Последовательные игры.
15. Стратегия игрока в игре с неточно известным критерием противника

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Горлач, Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168479> (дата обращения: 26.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ржевский, С. В. Исследование операций : учебное пособие / С. В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1480-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169378> (дата обращения: 26.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фомина, А. В. Исследование операций : учебное пособие / А. В. Фомина. — Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2019. — 137 с. — ISBN 978-5-8353-1383-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169593> (дата обращения: 26.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Бурда, А. Г. Исследование операций в экономике : учебное пособие / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-3149-6. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169285> (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

5. Ильченко, А.Н. Практикум по экономико-математическим методам [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Ильченко. — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2009. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5331>. — Загл. с экрана.
- Красс, М.С. Математика в экономике: Математические методы и модели [Электронный ресурс] : учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2007. — 544 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53898>. — Загл. с экрана.
6. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2017. — 186 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93509>. — Загл. с экрана.
7. Слабнов, В. Д. Исследование операций в экономике. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Д. Слабнов. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-7821-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180813> (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Официальный сайт математического портала [allmath.ru](http://www.allmath.ru). Режим доступа: <http://www.allmath.ru/probablytheory.htm>
2. Образовательный математический сайт Exponenta. Режим доступа: <http://www.exponenta.ru/>
3. Официальный сайт московского центра непрерывного математического образования. Режим доступа: http://www.mathnet.ru/ej.phtml?option_lang=rus
4. Официальный сайт журнала «Экономика и математические методы». Режим доступа: <http://www.cemi.rssi.ru/emm/home.htm>

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 210	Лекции, практические занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест).

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУНИТ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ
на **8 (10)** семестр

очная (очно-заочная)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144 (4/144)
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	24 (24)
практических/ семинарских	24 (24)
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2 (0)
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	130,8 (60)
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36 (36)

Форма контроля:
экзамен 8 (10) семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Модели целочисленного линейного программирования	13 (13)	2 (2)	3 (3)		18 (8)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
2.	Модели выпуклого программирования	14 (14)	2 (2)	2 (2)		20 (10)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
3.	Модели динамического программирования	17 (17)	4 (4)	3 (3)		20 (10)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
4.	Модели сетевого планирования и управления	17 (17)	4 (4)	3 (3)		20 (10)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
5.	Модели управления запасами	17,8 (19)	4 (4)	3 (3)		16,8 (12)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
6	Элементы теории игр	28 (28)	8 (8)	10 (10)		36 (10)	1 - 7		Самостоятельные работы, контрольные работы, экзамен
	Всего часов:	106,8 (108)	24 (24)	24 (24)		130,8 (60)			

