

Частное образовательное учреждение высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ  
УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

УТВЕРЖДАЮ

На заседании кафедры  
информационных технологий и  
математики  
Протокол № 9 от 25.05.2023 г.

Первый проректор  
С.В. Авдашкевич  
28.06.2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина:	Б1.О.14 Исследование операций и методы оптимизации (Теория игр и исследование операций)
Направление подготовки:	09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль):	Прикладная информатика в экономике
Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Форма обучения:	очная, заочная
Разработчики:	Кандидат физико-математических наук, доцент Гулиев Р.Б. Доцент Баркалая О. Г.

Санкт-Петербург  
2023

**1. Цели и задачи дисциплины:***Цель освоения дисциплины:*

формирование систематических знаний в области исследования операций.

*Задачи дисциплины:*

- изучение основных положений и методов математической теории оптимизации и исследования операций;
- овладение студентами методами исследования операций, позволяющими строить математические модели принятия оптимальных решений;
- получение навыков по созданию, анализу и использованию моделей задач исследования операций с целью прогнозирования и оптимизации процессов, связанных с различными сферами человеческой деятельности;
- получение навыков поиска оптимальных управленческих решений с использованием современных прикладных программных продуктов;
- формирование логического мышления и навыков математического исследования и моделирования при управлении социально-экономическими процессами.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (код и содержание компетенций)	Планируемые результаты обучения по ОП ВО (индикаторы достижения компетенций)	Примечание
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения.	Наименование категории (группы) компетенций: «Разработка и реализация проектов»
	УК-2.2 Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	
	УК-2.3 Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	-
	ОПК-1.2 Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	
	ОПК-1.3 Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1 Знать основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	-
	ОПК-6.2 Уметь применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.	

<b>Планируемые результаты освоения ОП ВО (код и содержание компетенций)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по ОП ВО (индикаторы достижения компетенций)</b>	<b>Примечание</b>
	ОПК-6.3 Владеть навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	

<b>Планируемые результаты обучения по ОП ВО (индикаторы достижения компетенций)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения.	Знает методологические основы принятия управленческого решения на основе исследования операций и применения методов оптимизации.
УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ	Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов на основе исследования операций и применения методов оптимизации.
УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.	Владеет навыками методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах на основе исследования операций и применения методов оптимизации.
ОПК-1.1. Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знает основы исследования операций и методов оптимизации.
ОПК-1.2. Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением
ОПК-1.3. Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеет навыками на основе исследования операций и применения методов оптимизации.
ОПК-6.1. Знать основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	Знает основы исследования операций и методов оптимизации.
ОПК-6.2. Уметь применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.	Умеет применять методы исследования операций и оптимизации для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков.
ОПК-6.3. Владеть навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	Владеет навыками проведения расчетов на основе исследования операций и применения методов оптимизации.

### 3. Содержание, объем дисциплины и формы проведения занятий

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Компетенции	Оценочные средства текущего контроля		
			ЗНАТЬ	УМЕТЬ	ВЛАДЕТЬ
			ОПК-1.1 ОПК-6.1 УК-2.1	ОПК-1.2 ОПК-6.2 УК-2.2	ОПК-1.3 ОПК-6.3 УК-2.3
1	Введение в исследование операций.	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Доклад, сообщение/ Реферат №1 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №1 (10)	Расчетно-графическая работа №1 (20)
2	Методы линейного программирования.	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Доклад, сообщение/ Реферат №2 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №2 (10)	Расчетно-графическая работа №1 (20)
3	Методы нелинейного программирования.	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Доклад, сообщение/ Реферат №3 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №3 (10)	Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №1 (20)
<b>Количество баллов (100 баллов):</b>			100		
4	Динамическое программирование.	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Доклад, сообщение/ Реферат №4 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №4 (10)	Расчетно-графическая работа №2 (20) Расчетно-графическая работа №3 (20)
5	Элементы теории игр.	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Доклад, сообщение/ Реферат №5 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №5 (10)	Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №2 (20)
<b>Количество баллов (100 баллов):</b>			100		

Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, курсовая работа
<p><b>Тема 1:</b> Введение в исследование операций. Предмет исследования операций. Краткий исторический очерк. Методология операционного исследования. Проблемы нахождения оптимальных решений <b>Практические занятия/самостоятельная работа:</b> Введение в исследование операций <b>Лабораторная работа:</b> -</p>
<p><b>Тема 2:</b> Методы линейного программирования. Общая задача линейного программирования. Примеры задач линейного программирования: задача о производственном плане, задача о диете. Каноническая форма. Симплексный метод решения задач линейного программирования. <b>Практические занятия/самостоятельная работа:</b> Решение задач линейного программирования графическим методом. Решение задач линейного программирования симплекс методом. <b>Лабораторная работа:</b> -</p>
<p><b>Тема 3:</b> Методы нелинейного программирования. Общая постановка задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Пример решения задачи методом Лагранжа. <b>Практические занятия/самостоятельная работа:</b> Решение задач нелинейного программирования методом множителей Лагранжа <b>Лабораторная работа:</b> -</p>
<p><b>Тема 4:</b> Динамическое программирование. Общая постановка задач динамического программирования. Задача об оптимальном распределении капиталовложений. Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети. <b>Практические занятия/самостоятельная работа:</b> Решение задач методом динамического программирования.</p>

<b>Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, курсовая работа</b>
<b>Лабораторная работа: -</b>
<b>Тема 5:</b> Элементы теории игр. Основные понятия. Применение методов линейного программирования для решения игровых задач. <b>Практические занятия/самостоятельная работа:</b> Решение игровых задач
<b>Лабораторная работа: -</b>
<b>Курсовая работа:</b> не предусмотрено учебным планом

*Очная форма обучения*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 3	Семестр 4
Аудиторные занятия (АЗ):	72	36	36
Лекционные занятия (Лек)	36	18	18
Лабораторные занятия (Лаб)	0	0	0
Практические занятия (Пр)	36	18	18
Самостоятельная работа студента (СР)	74	33	41
Курсовая работа	0	0	0
Другие виды самостоятельной работы*	74	33	41
Контроль самостоятельной работы (КСР)	7	3	4
Контактная работа (КоР)	79	39	40
Форма промежуточной аттестации	0	Зачет	Экзамен
Подготовка к экзамену и сдача экзамена (СР, КоР)	27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины, часы/ЗЕТ	180/5	72/2	108/3

\* Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к зачету (при наличии)

№	Наименование темы дисциплины	Семестр/Курс	Количество учебных часов				Практическая подготовка
			В том числе по видам аудиторных занятий			СР	
			Лек	Пр	Лаб		
1	Введение в исследование операций.	3	6	6	0	11	6
2	Методы линейного программирования.	3	6	6	0	11	6
3	Методы нелинейного программирования.	3	6	6	0	11	6
Итого за 3 семестр:			18	18	0	33	18
4	Динамическое программирование.	4	10	10	0	21	10
5	Элементы теории игр.	4	8	8	0	20	8
Итого за 4 семестр:			18	18	0	41	18
Итого:			36	36	0	74	36

\* Практическая подготовка при реализации дисциплин организована путем проведения практических занятий и (или) выполнения лабораторных и (или) курсовых работ и предусматривает выполнение работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

*Заочная форма обучения*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 3	Семестр 4
Аудиторные занятия (АЗ):	14	6	8
Лекционные занятия (Лек)	6	2	4
Лабораторные занятия (Лаб)	0	0	0
Практические занятия (Пр)	8	4	4
Самостоятельная работа студента (СР)	146	59	87
Курсовая работа	0	0	0
Другие виды самостоятельной работы*	146	59	87
Контроль самостоятельной работы (КСР)	7	3	4
Контактная работа (КоР)	21	9	12
Форма промежуточной аттестации	0	Зачет	Экзамен
Подготовка к экзамену/зачету и сдача экзамена/зачета (СР, КоР)	13	4	9
Общая трудоемкость дисциплины, часы/ЗЕТ	180/5	72/2	108/3

\* Подготовка к аудиторным занятиям

№	Наименование темы дисциплины	Семестр/ Курс	Количество учебных часов				Практическая подготовка
			В том числе по видам аудиторных занятий			СР	
			Лек	Пр	Лаб		
1	Введение в исследование операций.	3	2	2	0	19	6
2	Методы линейного программирования.	3	0	0	0	19	6
3	Методы нелинейного программирования.	3	0	2	0	21	6
Итого за 3 семестр:			2	4	0	59	18
4	Динамическое программирование.	4	2	2	0	45	10
5	Элементы теории игр.	4	2	2	0	42	8
Итого за 4 семестр:			4	4	0	87	18
Итого:			6	8	0	146	36

\* Практическая подготовка при реализации дисциплин организована путем проведения практических занятий и (или) выполнения лабораторных и (или) курсовых работ и (или) путем выделения часов из часов, отведенных на самостоятельную работу, и предусматривает выполнение работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4. Способ реализации дисциплины

Без использования онлайн-курса.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

*Основная литература:*

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ: ПРИНЦИПЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для вузов / Северцев Н. А., Катулев А. Н. ; Под ред. Краснощекова П.С. - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (г. Москва), 2022 г. - 319 с. - ISBN 978-5-534-07581-6 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/issledovanie-operaciy-principy-prinyatiya-resheniy-i-obespechenie-bezopasnosti-493203>

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ В ЭКОНОМИКЕ 4-е изд., пер. и доп. Учебник для вузов / Под ред. Кремера Н.Ш. - Финансовый университет при Правительстве РФ (г. Москва), 2022 г. - 414 с. - ISBN 978-5-534-12800-0 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/issledovanie-operaciy-v-ekonomike-488643>

3. ТЕОРИЯ ИГР. Учебник и практикум для вузов / Челноков А. Ю. - МГУ им. М.В. Ломоносова (г.Москва). Экономический факультет., 2022 г. - 223 с. - ISBN 978-5-534-00233-1 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/teoriya-igr-489321>

*Дополнительная литература:*

1. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. Учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров., 2022 г. - 191 с. - ISBN 978-5-9916-3642-1 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/metody-optimizacii-508129>

2. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ: ТЕОРИЯ И АЛГОРИТМЫ 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов / Черняк А. А., Черняк Ж. А., Метельский Ю. М., Богданович С. А. - Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск), 2022 г. - 357 с. - ISBN 978-5-534-04103-3 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/metody-optimizacii-teoriya-i-algoritmy-492428>

3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. ЗАДАЧНИК. Учебное пособие для вузов / Токарев В. В., Соколов А. В., Егорова Л. Г., Мышкис П. А. - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва); Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) (г. Долгопрудный), 2022 г. - 292 с. - ISBN 978-5-534-10417-2 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/metody-optimizacii-zadachnik-494983>

#### 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении

---

### **образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

1. Операционная система
2. Пакет прикладных офисных программ
3. Антивирусное программное обеспечение
4. LMS Moodle
5. Вебинарная платформа

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины**

1. ibooks.ru : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://ibooks.ru>. - Текст: электронный
2. Электронно-библиотечная система СПБУТУиЭ : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <http://libume.ru>. - Текст: электронный
3. Юрайт : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://urait.ru>. - Текст: электронный
4. eLibrary.ru : научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>. - Текст: электронный
5. Архив научных журналов НЭИКОН [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: [arsh.neicon.ru](http://arsh.neicon.ru). - Текст: электронный
6. КиберЛенинка : научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : информационная справочная система. - Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>. - Текст: электронный
7. Лань : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. - Текст: электронный
8. Math.Ru [Электронный ресурс] : информационная справочная система. - Режим доступа: <http://www.math.ru/lib>. - Текст: электронный
9. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс] : информационная справочная система. - Режим доступа: <http://nlr.ru>. - Текст: электронный
10. Научная Россия [Электронный ресурс] : информационная справочная система. - Режим доступа: <https://scientificrussia.ru>. - Текст: электронный
11. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://rkn.gov.ru>. - Текст: электронный
12. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://digital.gov.ru>. - Текст: электронный
13. Math-Net.Ru: профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://www.mathnet.ru/>. - Текст: электронный

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа - практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная: рабочими местами для обучающихся, оснащёнными специальной мебелью; рабочим местом преподавателя, оснащённым специальной мебелью, персональным компьютером с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета; техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) и маркерной доской; лицензионным программным обеспечением
2. Помещение для самостоятельной работы, оборудованное специальной мебелью,

персональными компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета, лицензионным программным обеспечением

3. При применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий используются: виртуальные аналоги учебных аудиторий - вебинарные комнаты на вебинарных платформах, рабочее место преподавателя, оснащенное персональным компьютером (планшет, мобильное устройство) с возможностью подключения к сети «Интернет», доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета и к информационно-образовательному portalу Университета [imeos.ru](http://imeos.ru), веб-камерой, микрофоном и гарнитурой (в т.ч. интегрированными в устройствами), программным обеспечением; рабочее место обучающегося оснащено персональным компьютером (планшет, мобильное устройство) с возможностью подключения к сети «Интернет», доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета и к информационно-образовательному portalу Университета [imeos.ru](http://imeos.ru), веб-камерой, микрофоном и гарнитурой (в т.ч. интегрированными в устройства). Авторизация на информационно-образовательном portalе Университета [imeos.ru](http://imeos.ru) и начало работы осуществляются с использованием персональной учетной записи (логина и пароля). Лицензионное программное обеспечение

### 9. Оценочные материалы по дисциплине

Описание оценочных средств (показатели и критерии оценивания, шкалы оценивания) представлено в приложении к основной профессиональной образовательной программе «Каталог оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации».

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности приводятся в соответствующих методических материалах и локальных нормативных актах Университета.

Для оценивания учебных достижений студентов в Университете действует балльно-рейтинговая система.

Если оценка, соответствующая набранной в семестре сумме рейтинговых баллов, удовлетворяет студента, то она является итоговой оценкой по дисциплине при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена/зачета с оценкой/зачета.

Условием сдачи экзамена/зачета с оценкой/зачета с целью повышения итоговой оценки по дисциплине является сдача студентом экзамена, за который он получает экзаменационные баллы без учета баллов, полученных за текущий контроль:

#### Шкала оценивания учебных достижений по дисциплине, завершающейся зачетом без оценки

Баллы по дисциплине	60 и менее		61-73		74-90		91-100
Итоговая оценка по дисциплине	Незачет		Зачет				
Баллы в международной шкале ECTS с буквенным обозначением уровня	50 и менее	51-60	61-67	68-73	74-83	84-90	91-100
	F	Fx	E	D	C	B	A
Уровень сформированности компетенций	Не сформированы		Пороговый		Высокий		Повышенный

#### Шкала оценивания учебных достижений по дисциплине, завершающейся экзаменом/зачетом с оценкой

Баллы по дисциплине	60 и менее		61-73		74-90		91-100
Итоговая оценка по дисциплине	Неудовлетворительно		Удовлетворительно		Хорошо		Отлично
Баллы в международной шкале ECTS с буквенным обозначением уровня	<50	51-60	61-67	68-73	74-83	84-90	91-100
	F	Fx	E	D	C	B	A



Уровень сформированности компетенций	Не сформированы	Пороговый	Высокий	Повышенный
--------------------------------------	-----------------	-----------	---------	------------

## 9.1. Типовые контрольные задания для текущего контроля

### Доклад, сообщение/Реферат №1

1. Предмет исследования операций и его методология. Построение математических моделей;
2. Элементы выпуклого анализа;
3. Основная задача математического программирования. Основная задача выпуклого программирования;
4. Задача линейного программирования. Графическое решение ЗЛП;
5. Симплекс-метод;
6. Метод искусственного базиса. Вырожденность;
7. Теория двойственности;
8. Двойственный симплекс-метод;
9. Анализ устойчивости ЗЛП;

### Доклад, сообщение/Реферат №2

1. Общая задача линейного программирования.
2. Примеры задач линейного программирования: задача о производственном плане,
3. Примеры задач линейного программирования : задача о диете.
4. Каноническая форма.
5. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
6. Решение задач линейного программирования графическим методом.
7. Решение задач линейного программирования симплекс методом.

### Доклад, сообщение/Реферат №3

1. Задачи целочисленного линейного программирования;
2. Транспортная задача;
3. Задачи стохастического программирования;
4. Задачи одномерной оптимизации;
5. Многомерная оптимизация без ограничений;
6. Многомерная оптимизация с ограничениями;
7. Многокритериальные задачи

### Собеседование, опрос/Контрольная работа №1

1. Под экономико-математической моделью понимается:
  1. Отображение свойств экономической системы в виде таблиц, диаграмм, схем
  2. Формально математическое отображение основных с точки зрения поставленной цели

3. свойств экономической системы

4. Математическое отображение входов экономической системы
5. Математическое отображение выходов экономической системы
6. Множество существующих знаний об экономической системе

2. Какие типы моделей существуют?

1. физические модели, графические модели, детерминированные модели
2. физические модели, графические модели, динамические модели
3. физические модели, графические модели, логико-математические модели
4. логико-математические модели, графические модели, балансовые модели
5. графические модели, балансовые модели, имитационные модели

3. Экзогенные параметры экономико-математических моделей –это такие параметры:

1. Значения, которых определяются вне модели и включаются в нее в готовом виде
2. Значения, которых определяются только после решения модели
3. Значения, которых являются случайными величинами
4. Значения, которых являются детерминированными величинами
5. Значения, которых являются вероятностными величинами

4. Эндогенные параметры экономико-математических моделей –это такие параметры:

1. Значения, которых определяются вне модели и включаются в модель в готовом виде
2. Значения, которых определяются только после решения модели
3. Значения, которых являются случайными величинами
4. Значения, которых являются детерминированными величинами
5. Значения, которых являются вероятностными величинами

5. Адекватность экономико-математической модели –это:

1. Полное соответствие модели экономической системы
2. Существование методов решения модели
3. Соответствие модели экономической системе по тем свойствам, которые считаются существенными исследования
4. Непротиворечивость условий модели
5. Противоречивость условий модели

6. Какие из нижеприведенных операций нельзя считать этапом процесса моделирования?

1. Построение модели
2. Проведение модельных экспериментов
3. Перенос знаний с модели на объект
4. Проверка полученных с помощью модели знаний и их использование
5. Постановка задачи управления и выбор цели

7. Циклический характер процесса моделирования означает

1. За 1-ым циклом, состоящий из четырех этапов могут последовать 2, 3 и т.д. циклы
2. Повторение каждого этапа как минимум 2 раза
3. Непрерывная циклическая взаимосвязь параметров модели
4. Дискретная циклическая взаимосвязь параметров модели
5. Зависимость параметров модели от фактора времени

1. Модель – это

- а) аналог (образ) оригинала, но построенный средствами и методами отличными от оригинала +
- б) подобие оригинала
- в) копия оригинала

2. Экономико-математическая модель – это

- а) математическое представление экономической системы (объектов, задачи, явлений, процессов и т. п.) +
- б) качественный анализ и интуитивное представление объектов, задач, явлений, процессов экономической системы и ее параметров
- в) эвристическое описание экономической системы (объектов, задачи, явлений, процессов и т. п.)

3. Метод – это

- а) подходы, пути и способы постановки и решения той или иной задачи в различных областях человеческой деятельности +
- б) описание особенностей задачи (проблемы) и условий ее решения
- в) требования к условиям решения той или иной задачи

4. Выберите неверное утверждение

- а) ЭММ позволяют сделать вывод о поведении объекта в будущем
- б) ЭММ позволяют управлять объектом +
- в) ЭММ позволяют выявить оптимальный способ действия
- г) ЭММ позволяют выявить и формально описать связи между переменными, которые характеризуют исследования

5. Экономико-математическая модель межотраслевого баланса – это

- а) макроэкономическая, детерминированная, имитационная, матричная модель
- б) микроэкономическая, детерминированная, балансовая, регрессионная модель
- в) макроэкономическая, детерминированная, балансовая, матричная + модель
- г) макроэкономическая, вероятностная, имитационная, матричная модель

**Собеседование, опрос/Контрольная работа №3**

1. Найти экстремум функции  $f(x)$  при выполнении ограничений  $R_i(x) = a_i$ ,  $\varphi(x) \leq b_j$ , наложенных на параметры функции – это задача

- а) условной оптимизации +
- б) линейного программирования
- в) безусловной оптимизации
- г) нелинейного программирования
- д) динамического программирования

2. Задача, включающая целевую функцию  $f$  и функции  $\Phi$ , входящие в ограничения, является задачей линейного программирования, если

- а) все  $\Phi$  и  $f$  являются линейными функциями относительно своих аргументов +
- б) все  $\Phi$  являются линейными функциями относительно своих аргументов, а функция  $f$  – нелинейна
- в) функция  $f$  является линейной относительно своих аргументов, а функции  $\Phi$  – нелинейны
- г) только часть функций  $\Phi$  и функция  $f$  являются линейными относительно своих аргументов

3. Множество всех допустимых решений системы задачи линейного программирования

- а) является
- б) выпуклым +
- в) вогнутым
- г) одновременно выпуклым и вогнутым

4. Если задача линейного программирования имеет оптимальное решение, то целевая функция достигает нужного экстремального значения в одной из:

а) вершин многоугольника (многогранника) допустимых решений +

б) внутренних точек многоугольника (многогранника) допустимых решений

в) точек многоугольника (многогранника) допустимых решений

5. В задачах линейного программирования решаемых симплекс-методом искомые переменные должны быть

а) Неотрицательными +

б) положительными

в) свободными от ограничений

г) любыми

### **Расчетно-графическая работа №1**

Выполнить постановку задачи:

Рассмотрим завод, который способен производить изделия из данного перечня.

Для изготовления конкретного изделия необходимо определенное количество различных ресурсов. Объемы ресурсов ограничены. Известны стоимость единицы каждого ресурса, цена реализации изделия и мощность предприятия, т. е. максимальное число изделий, которое может быть произведено в течение рабочего дня. Требуется найти план производства (количество выпускаемых заводом изделий каждого типа), который максимизирует прибыль от продажи изделий.

### **Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №1**

Имеются три банка, каждый из которых начисляет вкладчику определенный годовой процент (свой для каждого банка). Имеется три вкладчика, у каждого из которых в начале года была сумма 6000 руб. В начале года вкладчики разместили свои деньги в трех банках. Первый вкладчик  $\frac{1}{3}$  вклада вложил в банк №1,  $\frac{1}{2}$  вклада - в банк №2 и оставшуюся часть - в банк №3; к концу года сумма этих вкладов возросла до 7600 руб. Второй вкладчик  $\frac{1}{6}$  вклада положил в банк №1,  $\frac{2}{3}$  - в банк №2 и  $\frac{1}{6}$  - в банк №3; к концу года сумма вклада составила 7400 руб. Третий вкладчик  $\frac{1}{2}$  вклада положил в банк №1,  $\frac{1}{6}$  - в банк №2 и  $\frac{1}{3}$  вклада в банк №3; сумма вкладов в конце года составила 7800 руб. Какой процент выплачивает каждый банк?

### **Доклад, сообщение/Реферат №4**

- Предмет динамического программирования
  - Особенности постановки задачи динамического программирования
  - Принцип оптимальности и математическое описание динамического процесса управления
  - Постановка задачи динамического программирования на примере оптимальное распределения инвестиций
  - Выбор оптимальной стратегии обновления оборудования
  - Практическое использование задач динамического программирования в различных областях
- Общая постановка задач динамического программирования.  
Задача об оптимальном распределении капиталовложений.  
Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети.  
Решение задач методом динамического программирования.

### Доклад, сообщение/Реферат №5

1. Математические модели конфликта.
2. Конфликтные ситуации и оптимизация.
3. Математическое моделирование конфликта. Примеры.
4. Понятие игры. Участники. Действия. Интересы. Коалиции. Оптимальность. Равновесие. Кооперативные игры.
5. Математическая модель игры.
6. Игры в нормальной форме.
7. Дерево игры.
8. Антагонистические игры.
9. Игры с постоянной суммой.
10. Понятие антагонистической игры.
11. Способы задания антагонистической игры.
12. Матричная форма и матричные игры. Связь с деревом игры.
13. Стратегии игроков. Седловая точка и равновесие.
14. Максимум и минимум, связывающее их неравенство.
15. Теорема о существовании седловой точки. Свойства седловой точки.
16. Доминирование стратегий.
17. Смешанное расширение игры.
18. Смешанные стратегии игроков и их вероятностный смысл.
19. Седловая точка в смешанных стратегиях.
20. Решение игр 2x2. Графическое решение игр.
21. Доминирование на языке смешанных стратегий.
22. Построение графического решения средствами MS Excel
23. Сведение решения игры к решению сопряженных задач линейного программирования (ЛП).
24. Существование решения сопряженных задач ЛП.
25. Существование седловой точки смешанного расширения игры.
26. Построение решения произвольной матричной игры средствами MS Excel
27. Имитационная модель проверки решения средствами MS Excel
28. Активные стратегии и теорема об активных стратегиях.
29. Метод Брауна решения матричных игр.
30. Построение имитационной модели средствами MS Excel для реализации метода Брауна.
31. Бескоалиционные игры.
32. Понятие бескоалиционной игры. оптимальность в бескоалиционных играх.
33. Приемлемые и равновесные ситуации.
34. Оптимальность по Парето в бескоалиционных играх. Смешанные расширения бескоалиционных игр. Равновесие в смешанных стратегиях.
35. Теорема Нэша. Биматричные игры.
36. Решение биматричных игр. Биматричные игры 2x2. Возможности MS Excel для решения биматричных игр.
37. Кооперативные игры.
38. Характеристические функции бескоалиционных игр.
39. Построение характеристических функций для простых ситуаций.
40. Свойства характеристических функций.
41. Аддитивность в характеристических функциях.
42. Дележи и классические кооперативные игры.

#### Собеседование, опрос/Контрольная работа №4

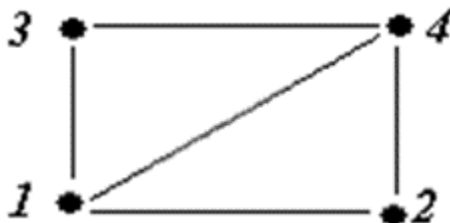
Задача. Для двух предприятий выделено единиц средств. Как распределить все средства в течение 4 лет, чтобы доход был наибольшим, если известно, что доход от единиц средств, вложенных в первое предприятие, равен , а доход от единиц средств, вложенных во второе предприятие, равен . Остаток средств к концу года составляет для первого предприятия и для второго предприятия. Задачу решить методом динамического программирования.

#### Собеседование, опрос/Контрольная работа №5

Задача. Планируется распределение начальной суммы млн. р. Между четырьмя предприятиями некоторого объединения. Средства выделяются только в размерах кратных млн. р. Функции прироста продукции от вложенных средств на каждом предприятии заданы таблично. Требуется так распределить вложения между предприятиями, чтобы общий прирост продукции (в млн. р.) был максимальным. Решить задачу на основе функционального уравнения Беллмана.

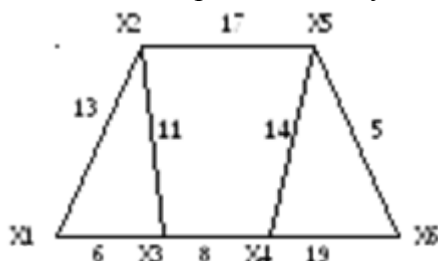
#### Расчетно-графическая работа №2

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



#### Расчетно-графическая работа №3

Задача 1. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки X1 до всех остальных точек.



$X_0$	Вкладываемые средства $X$	Функции прироста продукции на предприятии			
		$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
400	0	10	15	13	14
	80	13	20	17	16
	160	16	22	21	23
	240	21	25	26	25
	320	25	30	28	27
	400	25	32	30	32

### Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №2

Поселок Ближний расположен в десяти километрах от районного центра, а поселок Дальний — еще на десять километров дальше по той же самой дороге. Администрация каждого из поселков решает, сколько ей выделить денег на строительство линии электропередач (ЛЭП) для обеспечения своего поселка электричеством. ЛЭП будут тянуть из районного центра. Каждый поселок может выделить на строительство 2 млн. руб., 1 млн. руб. или не выделять денег совсем. Администрации поселков принимают решение независимо друг от друга. Если на строительство будет выделено менее миллиона рублей, то ЛЭП построена не будет. Если будет выделен миллион, то ЛЭП протянут только до поселка А (дальше деньги кончатся). Если же на строительство в сумме будет выделено 2 миллиона или более, то ЛЭП дотянется до обоих поселков. Каждая из администраций в первую очередь хочет, чтобы в ее поселке было электричество, а во вторую — потратить как можно меньше денег. Для определенности будем считать, что если в поселок протянуто электричество, то выигрыш администрации поселка равен  $X$ , где  $X$  — сумма денег (млн. руб.), которую выделила администрация на строительство. Если же в поселок электричество не протянуто, то выигрыш администрации равен 0. Представьте описанную ситуацию в виде биматричной игры. Найдите равновесие по Нэшу в чистых стратегиях. Какие из поселков получают электричество? Кто и сколько будет платить за строительство ЛЭП? Будет ли найденное вами равновесие эффективной по Парето ситуацией?

### 9.2. Примерный перечень тем курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

### 9.3. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации: зачет, экзамен

#### Примерный перечень теоретических вопросов к зачету

1. Основные понятия исследования операций. Основные особенности ИО. Основные этапы ИО.
2. Математическое моделирование операций. Классификация экономико-математических моделей. Преимущества и недостатки использования моделей.
3. Принципы моделирования. Проверка и корректировка модели. Подготовка модели к эксплуатации. Внедрение результатов операционного исследования.

4. Понятие отрезка в  $n$ -мерном пространстве. Понятие выпуклого множества.
5. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств.
6. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости.
7. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению.
8. Постановка задачи математического программирования. Постановка задачи выпуклого программирования.
9. Возможные направления. Условие регулярности Слейтера.
10. Функция Лагранжа. Условия оптимальности.
11. Теорема Куна-Таккера.
12. Постановка задачи линейного программирования. Свойства ЗЛП. Разрешимые и неразрешимые ЗЛП.
13. Опорные решения. Базис опорного плана.
14. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП.
15. Симплекс-метод.
16. Метод искусственного базиса.
17. Вырожденность ЗЛП.
18. Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи.

#### Примерный перечень практических заданий к зачету

Требуется найти оптимальный план транспортной задачи с ограниченными пропускными способностями, описанной соответствующей таблицей. В каждой клетке таблицы верхняя цифра равна стоимости единичной перевозки, а нижняя – пропускной способности коммуникации, соответствующей данной клетке.

	37	34	44
50	17	12	21
	20	25	15
20	14	18	13
	8	15	7
30	13	18	15
	15	7	15
15	11	9	18
	5	6	8

Требуется:

1. Разработать постановку задачи: определить переменные, ограничения переменных, отношения между значениями переменных, целевую функцию.
2. Определить нормативную таблицу задачи.
3. Представить задачу в табличной форме и найти решение задачи, применяя инструмент «Поиск решения».

#### Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену: Вопрос № 1

1. Лемма о взаимной двойственности.
2. 1-ая и 2-ая теоремы двойственности.



3. Одновременное решение прямой и двойственной задач.
4. Двойственный симплекс-метод.
5. Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.
6. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
7. Транспортные задачи с ограничениями.
8. Анализ устойчивости ЗЛП.
9. Задачи целочисленного линейного программирования, экономические приложения. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.
10. Постановка задачи одномерной оптимизации.
11. Метод дихотомии.
12. Метод Фибоначчи.
13. Метод «золотого сечения».
14. Методы поиска с использованием квадратичной аппроксимации.
15. Методы поиска с использованием кубической аппроксимации.
16. Задача многомерной оптимизации без ограничений.
17. Модели и условия сходимости численных методов.
18. Градиентные и квазиньютоновские методы в  $R^n$ .
19. Методы сопряженных градиентов.
20. Задача многомерной оптимизации с ограничениями.
21. Метод проекции градиента.
22. Метод условного градиента.
23. Метод возможных направлений.
24. Методы внешних штрафных функций.
25. Методы внутренних штрафных функций.
26. Комбинированные методы штрафных функций.
27. Модифицированные методы штрафных функций.
28. Многокритериальные задачи исследования операций. Основные понятия и определения.
29. Эффективные и слабоэффективные решения. Построение множества эффективных решений и проверка эффективности выделенного решения.

### **Примерный перечень практических заданий к экзамену: Вопрос № 2**

Деталь может изготавливаться на любом из трех станков , и . Затраты трудовых (нормо/часы) и материальных ресурсов (руб.) для изготовления 1 детали на станках , и выражаются соответственно числами 8, 11, 9 и 18, 19, 17. Какое максимальное количество деталей может быть изготовлено на каждом из видов станков при условии, что количество всех деталей составит 50 штук, при этом суммарные затраты материальных ресурсов должны быть равны 900 руб., трудовых – не превышать 440 нормо/часов, на станке должно быть изготовлено не менее 7 деталей.

Требуется:

1. Разработать постановку задачи: определить переменные, ограничения переменных, отношения между значениями переменных, целевую функцию.
2. Определить нормативную таблицу задачи.
3. Представить задачу в табличной форме и найти решение задачи, применяя инструмент «Поиск решения».

#### **Задача 2**

Заданы поставщики и производители. Транспортная задача является открытой (возможности поставщиков меньше потребностей). Построить оптимальный план доставки, так, чтобы в пункт

---

***V*<sub>2</sub> было завезено не менее 25 единиц.**

$A_i$	15	36	40	42
50	4	14	2	5
20	5	11	3	10
30	3	8	11	1

Требуется:

1. Привести задачу к канонической форме и разработать постановку задачи: определить переменные, ограничения переменных, отношения между значениями переменных, целевую функцию.
2. Определить нормативную таблицу задачи.
3. Представить задачу в табличной форме и найти решение задачи, применяя инструмент «Поиск решения»

### Задача 3

Заданы поставщики и потребители. Нужно построить оптимальный план поставки, при котором первый поставщик полностью обеспечивает максимально возможное число потребителей, а общая стоимость доставки грузов наименьшая.

Исходные данные представлены в Таблице 1. В первой строке таблицы записаны потребности, в первой графе таблицы записаны емкости поставщиков, В остальных ячейках таблицы записаны стоимости доставки тонны груза (в тыс. руб.).

Таблица 1. «Исходные данные»

	19	21	25	37	39	53	55	71
193	41	24	20	33	32	46	17	22
33	12	15	19	12	11	23	14	16
17	19	16	12	15	13	19	29	15
38	45	28	13	23	16	12	34	45
22	23	27	45	12	34	14	45	33
17	12	24	17	34	12	16	12	24

Требуется решить две задачи: определить наибольшее количество потребителей, которых полностью обеспечивает первый поставщик, и, зная это количество, найти оптимальный план поставки. Первую задачу нужно решить двумя способами: применяя инструмент «Поиск решения» и специальную макропрограмму, разработанную самостоятельно. Решение второй задачи получается с помощью инструмента «Поиск решения».

### Задача 4

Прутки длиной 11 метров разрезаются на заготовки длиной 5, 3 и 2 м, Заготовок первого типа нужно получить не менее 25 штук, второго - не менее 36 штук а третьего - не менее 40 штук. Определить минимальное число разрезаемых прутков. Допускаются лишь способы резки, при которых длина остатка меньше любой заготовки.

Требуется:

1. Применяя теорию графов, разработать алгоритм построения всех вариантов раскроя прутков.
2. Разработать программу для реализации данного алгоритма.
3. Зная матрицу раскроя прутков, разработать постановку задачи: определить переменные, ограничения переменных, отношения между значениями переменных, целевую функцию.
4. Определить нормативную таблицу задачи.
5. Представить задачу в табличной форме и найти решение задачи, применяя инструмент «Поиск решения»

Раздел билета	Компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Количество баллов
Вопрос №1 Теоретический вопрос (проверяет знания («знать»), сформированные дисциплиной)	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Знает методологические основы принятия управленческого решения на основе исследования операций и применения методов оптимизации. Знает основы исследования операций и методов оптимизации. Знает основы исследования операций и методов оптимизации.	50
Вопрос №2 Практическое задание (проверяет умения («уметь»), проверяет практические навыки («владеть»), сформированные дисциплиной)	УК-2 ОПК-1 ОПК-6	Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов на основе исследования операций и применения методов оптимизации. Владеет навыками методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах на основе исследования операций и применения методов оптимизации. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением Владеет навыками на основе исследования операций и применения методов оптимизации. Умеет применять методы исследования операций и оптимизации для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков. Владеет навыками проведения расчетов на основе исследования операций и применения методов оптимизации.	50