

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 18.08.2025 15:58:22

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1225917e739a70e315177f88591

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»**

Школа вычислительных социальных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

В.В. Волков

« 26 » *августа* 2025 г.

Протокол УС № 2 от 26.02 2025 г.



**Рабочая программа дисциплины
Математика для экономистов**

образовательная программа
направление подготовки
38.04.01 Экономика

**направленность (профиль) программы
«Данные, знания, экономика, нарративы»
уровень высшего образования – магистратура**

Программа двух квалификаций:

- «магистр» по направлению подготовки **38.04.01 Экономика;**
- дополнительная квалификация – «магистр» по направлению подготовки **09.04.03 Прикладная информатика**

язык обучения – русский
форма обучения - очная

Санкт-Петербург

Автор:

Борисов К.Ю., доктор экономических наук, профессор Школы вычислительных социальных наук АНООВО «ЕУСПб»

Рецензент:

Вымятина Ю.В., кандидат экономических наук, профессор Школы вычислительных социальных наук АНООВО «ЕУСПб»

Рабочая программа дисциплины «**Математика для экономистов**», входящей в образовательную программу уровня магистратуры «Данные, знания, экономика, нарративы», утверждена на заседании Совета Школы вычислительных социальных наук.

Протокол заседания № 4 от 25.02.2025 года.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «**Математика для экономистов**» является обязательной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы».

Дисциплина «**Математика для экономистов**» посвящена теории оптимизации, т.е. исследованию задач на максимум и минимум, а также моделированию экономических процессов с помощью таких задач. Основное внимание в рамках курса уделяется качественному анализу решения задач на максимум и минимум, и в первую очередь — необходимым условиям первого порядка и их экономической интерпретации. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач одномерной оптимизации, многомерной дифференцируемой оптимизацией без ограничений и с ограничениями, теорией множителей Лагранжа, выпуклым анализом, линейным программированием, многоцелевой оптимизацией и теоремой Куна–Таккера.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1 Содержание дисциплины.....	7
5.2 Структура дисциплины.....	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8
6.1 Общие положения	9
6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины	9
6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося:.....	11
6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы.....	12
7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	12
7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации	12
7.2 Контрольные задания для текущей аттестации.....	14
7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации.....	15
7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации.....	17
7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций.....	28
8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	29
8.1. Основная литература.....	29
8.2. Дополнительная литература.....	29
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	29
9.1 Программное обеспечение	29
9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:.....	30
9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета	30
9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета.....	30
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	32

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в изучении современных аналитических методов, используемых в экономике, а также иллюстрация их применения на примерах различных задач экономической теории.

Задачи изучения дисциплины:

- 1) формирование у обучающихся умения формулировать экономические проблемы в виде задач на максимум и минимум;
- 2) усвоение обучающимися фундаментальных основ теории экстремальных задач;
- 3) развитие у обучающихся практических навыков применения необходимых условий экстремума;
- 4) выработка у обучающихся навыков по содержательному интерпретированию формальных результатов.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: профессиональными (ПК). Планируемые результаты формирования компетенций и индикаторы их достижения в результате освоения дисциплины представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций обучающихся

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
ПК-1 Способен составлять программу исследований, проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой, представлять результаты проведенного исследования профессиональному сообществу с использованием современных информационных технологий и программных продуктов	ИД.ПК-1.1. Разрабатывает планы и методические программы проведения научно-исследовательских работ в области экономики	Знать: парадигму и методологию современной экономической науки и смежных наук З (ПК-1)
	ИД.ПК-1.2. Организует сбор экономических данных на основе современных методов научных исследований	Уметь: самостоятельно расширять индивидуальный методологический инструментарий с привлечением знаний из разных научных отраслей, включая естественнонаучные дисциплины У (ПК-1)
	ИД.ПК-1.3. Анализирует и обобщает экономические данные, используя характерные для выбранной тематики методы	Владеть: навыками целенаправленного самообразования и обоснованного выбора средств и методов ведения профессиональной исследовательской деятельности в области экономики в зависимости от характера решаемых задач В (ПК-1)
ПК-5 Способен осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, проводить теоретические	ИД.ПК-5.1. Осуществляет выбор актуальных способов решения экономических задач	Знать: методологический аппарат современной экономики, аналитические приемы отбора методов и моделей в соответствии с целями и задачами исследования, аналитический подход к теоретическому обобщению научных данных З (ПК-5)
	ИД.ПК-5.2. Проводит теоретические обобщения научных данных в профессиональной области	Уметь: осуществлять комплекс действий по выбору актуальных способов решения экономических задач У (ПК-5)
	ИД.ПК-5.3. Применяет комплексный подход по решению профессиональных задач в области экономики и смежных областях	

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования		Владеть: навыками решения задач аналитического характера в рамках научных исследований в области экономики и смежных отраслей В (ПК-5)

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

ЗНАТЬ:

- основные определения и теоремы линейного программирования;
- основные определения и теоремы нелинейного программирования;
- основные определения и теоремы выпуклого анализа;
- основные определения и теоремы многокритериальной оптимизации;

УМЕТЬ:

- решать простейшие задачи распределения ресурсов;
- проверять функции на выпуклость и вогнутость;
- применять простейшие критерии оптимальности для отыскания точек, подозрительных на экстремум;
- интерпретировать необходимые условия оптимальности в разнообразных задачах экономической теории и теории финансов;

ВЛАДЕТЬ:

- методами анализа чувствительности в экстремальных задачах;
- способами графического представления экстремальных задач;
- технологией применения условий оптимальности первого порядка.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Математика для экономистов» является обязательной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы». Курс читается в первом модуле, форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

Для успешного освоения данной дисциплины требуются знания, полученные в рамках изучения дисциплин бакалавриата/специалитета по направлению подготовки.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, применяются магистрантами в процессе прохождения учебной и производственной практики, выполнения выпускной квалификационной работы.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

Таблица 2

Объем дисциплины												
Типы учебных занятий и самостоятельная работа		Объем дисциплины										
		Всего	Модуль									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП:		28	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекции (Л)		14	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)		14	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (СР)		44	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация	форма	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	час.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Типы учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины										
	Всего	Модуль									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общая трудоемкость дисциплины (час./з.е.)	72/2	72/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине: через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) по средствам индикаторов достижения компетенций в соответствии с Таблицей 3.

5.1 Содержание дисциплины

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/ п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетен ций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)
1	Постановка и классификация задач математического программирования	Постановка задач математического программирования. Классификация задач математического программирования. Оптимизационные задачи в экономике. Безусловная и условная оптимизации целевой функции.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)
2	Задача об оптимальном распределении ресурса	Задача об оптимальном распределении ресурса. Необходимые и достаточные условия оптимума. Оптимальность и равновесие в модели распределения ресурса. Агрегирование и оптимальность. Геометрическая интерпретация задачи оптимального распределения ресурса.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)
3	Линейное программирование	Задачи линейного программирования в экономике. Геометрические интерпретации задач линейного программирования. Двойственные оценки и условия оптимальности. Двойственная задача линейного программирования. Теоремы двойственности в линейном программировании.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)
4	Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа	Теорема об обратной функции. Теорема о неявной функции. Множители Лагранжа. Условия регулярности. Теорема об огибающей. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)
5	Выпуклый анализ	Выпуклые множества. Выпуклые оболочки. Теоремы об отделимости. Выпуклые и вогнутые функции. Условия	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)
		выпуклости и вогнутости для гладких функций. Квазивыпуклые и квазивогнутые функции.		ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	У (ПК-5) В (ПК-5)
6	Эффективность и оптимальность по Парето	Эффективность и слабая эффективность. Необходимые и достаточные условия слабой эффективности на выпуклых множествах. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето и слабая оптимальность по Парето. Необходимые и достаточные условия слабой оптимальности по Парето для задач многокритериальной оптимизации при вогнутых целевых функциях.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) 3 (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)
7	Теорема Куна–Таккера	Теоремы Куна–Таккера для задач выпуклого программирования. Роль условия Слейтера. Теоремы Куна–Таккера для гладких задач. Различные версии условий регулярности.	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) 3 (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)

5.2 Структура дисциплины

Таблица 4

Структура дисциплины

Структура дисциплины							
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по типам учебных занятий в соответствии с УП			СР	
			Лек	Лаб	Пр		
Очная форма обучения							
Тема 1	Постановка и классификация задач математического программирования	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 2	Задача об оптимальном распределении ресурса	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 3	Линейное программирование	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 4	Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 5	Выпуклый анализ	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 6	Эффективность и оптимальность по Парето	10	2	–	2	6	ДЗ
Тема 7	Теорема Куна–Таккера	12	2	–	2	8	ДЗ
Промежуточная аттестация		-	–	–	–	–	Зачет с оценкой
Всего:		72/2	14	-	14	44	-

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: домашнее задание (ДЗ).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Общие положения

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения текстов и исследовательской литературы (из списков основной и дополнительной литературы) и их анализа.

Самостоятельная работа является важнейшей частью процесса высшего образования. Ее следует осознанно организовать, выделив для этого необходимое время и соответственным образом организовав рабочее пространство. Важнейшим элементом самостоятельной работы является проработка материалов прошедших занятий (анализ конспектов, чтение рекомендованной литературы) и подготовка к следующим лекциям/семинарским занятиям. Литературу, рекомендованную в программе курса, следует, по возможности, читать в течение всего семестра, концентрируясь на обусловленных программой курса темах.

Существенную часть самостоятельной работы магистранта представляет самостоятельное изучение вспомогательных учебно-методических изданий, лекционных конспектов, интернет-ресурсов и пр. Подготовка к семинарским занятиям является важной формой работы магистранта. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя.

6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины

Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 3. Линейное программирование.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 5. Выпуклый анализ.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 6 часов.

Тема 7. Теорема Куна–Таккера.

1. Повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала – 1 час.
 2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 4 часа.
 3. Выполнение домашнего задания – 3 часа.
- Итого: 8 часов.

6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования.

- Задачи о максимизации прибыли, максимизации полезности, минимизация издержек как оптимизационные задачи.
- Условия оптимальности первого и второго порядка для одномерных оптимизационных задач.
- Необходимые и достаточные условия выпуклости и вогнутости функций одной переменной.
- Необходимые и достаточные условия минимума для выпуклых функций одной переменной.

Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса.

- Задачи о минимизации суммарных издержек на нескольких предприятиях при заданном выпуске и о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса.
- Условия оптимальности в задаче о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса.
- Необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче оптимального распределения ресурса.
- Оптимальное и равновесное распределение ресурса.
- Задача оптимального распределения нескольких видов ресурсов.

Тема 3. Линейное программирование.

- Основные задачи линейного программирования в экономике.
- Задача распределения нескольких видов ресурсов и задача линейного программирования.
- Двойственные задачи линейного программирования.
- Экономическая интерпретация теорем двойственности.

Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа.

- Роль условий регулярности.
- Множители Лагранжа в задачах с равенствами.
- Множители Лагранжа в задачах с неравенствами.

Тема 5. Выпуклый анализ.

- Замкнутые или открытые полупространства, гиперплоскости как выпуклые множества.
- Основные варианты теоремы отделимости.
- Выпуклые и вогнутые элементарные функции.
- Вогнутость производственных функций Кобба–Дугласа.

Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето.

- Экономическая интерпретация технологической эффективности и ее двойственной характеристики.
- Общая схема доказательства о взвешивающих коэффициентах для многокритериальной оптимизации.
- Отыскание всех оптимальных по Парето точек для вогнутых функций, заданных на отрезке.
- Решение задачи на условный максимум и оптимум по Парето.

Тема 7. Теорема Куна–Таккера.

- Основные формулировки условий дополняющей нежесткости.
- Суть условия Слейтера.
- Экономическая интерпретация теоремы Куна–Таккера применительно к многомерной задаче распределения ресурсов.
- Теорема Куна–Таккера для задачи дифференцируемого выпуклого программирования.

6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы обучающегося:

1. Машунин, Ю. К. Теория управления. Математический аппарат управления в экономике : учебное пособие / Ю. К. Машунин. - Москва : Логос, 2020. - 448 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-736-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213769> . – Режим доступа: по подписке..
2. Хуснутдинов, Р. Ш. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие / Р. Ш. Хуснутдинов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 224 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005313-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039180> . – Режим доступа: по подписке.
3. Мастяева, И. Н. Методы оптимальных решений : учебник / И.Н. Мастяева, Г.И. Горемыкина, О.Н. Семенихина. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 384 с. - ISBN 978-5-905554-24-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1907609> . – Режим доступа: по подписке.
4. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений : учебное пособие : в 2 т / А.В. Соколов, В.В. Токарев. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2012. - Т. 1. Общие положения. Математическое программирование. - 562 с. : схем., табл. - (Анализ и поддержка решений). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1399-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457697> .

6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Для обеспечения самостоятельной работы магистрантов по дисциплине «Математика для экономистов» разработано учебно-методическое обеспечение в составе:

1. Контрольные задания для подготовки к процедурам текущего контроля (п. 7.2 Рабочей программы).
2. Типовые задания для подготовки к промежуточной аттестации (п. 7.4 Рабочей программы).
3. Рекомендуемые основная, дополнительная литература, Интернет-ресурсы и справочные системы (п. 8, 9 Рабочей программы).
4. Рабочая программа дисциплины размещена в электронной информационно-образовательной среде Университета на электронном учебно-методическом ресурсе АНООВО «ЕУСПб» — образовательном портале LMS Sakai — Sakai@EU.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение домашних заданий. Магистрант должен присутствовать на лекциях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения домашних заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 5

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 1	зачтено/ не зачтено
Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 2	зачтено/ не зачтено
Тема 3. Линейное программирование	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5)	Домашнее задание 3	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
		ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	У (ПК-5) В (ПК-5)		
Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 4	зачтено/ не зачтено
Тема 5. Выпуклый анализ	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 5	зачтено/ не зачтено
Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 6	зачтено/ не зачтено
Тема 7. Теорема Куна–Таккера	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 7	зачтено/ не зачтено

Максимальный балл, который обучающийся может получить за домашнее задание, объявляется заранее и составляет 100 баллов. Далее полученные баллы переводятся в бинарную систему для получения результатов текущего контроля, фиксирующих ход образовательного процесса, согласно Таблице 6.

Таблица 6

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
Домашнее задание	Выполнение домашних заданий подразумевает письменное изложение ответов на теоретические вопросы и решений поставленных преподавателем задач. Предполагается, что ход решения задач сопровождается подробными	Обучающийся правильно выполняет задания и отвечает на все поставленные в задании вопросы.	81–100	зачтено
		Обучающийся выполняет предложенные задания и отвечает на все поставленные в задании вопросы, но допускает при этом несущественные ошибки.	61–80	

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
	комментариями обучающегося.	Обучающийся предлагает правильную идеологию решения задач.	41–60	
		Обучающийся испытывает затруднения при выполнении предложенных заданий.	0–40	не зачтено

7.2 Контрольные задания для текущей аттестации

Примеры домашних заданий

Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования

- 1) Как формулируется общая задача математического программирования?
- 2) Чем отличается задача безусловной оптимизации от задачи условной оптимизации?
- 3) В чём заключается достаточное условие минимума для гладких функций?

Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса

- 1) Сформулируйте задачу о минимизации суммарных издержек на нескольких предприятиях при заданном выпуске.
- 2) Как выглядят условия оптимальности в задаче о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса?
- 3) В чём состоят необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче оптимального распределения ресурса?

Тема 3. Линейное программирование

- 1) Предположим, что производственные функции обоих заводов являются линейными, $f_i(x_i) = a_i x_i$, $a_i > 0$, $i = 1, 2$.
 - (i) Сформулируйте и решите задачу оптимального распределения ресурса.
 - (ii) Выведите функции спроса $x_i(p)$, $i = 1, 2$.
 - (iii) Найдите равновесную цену ресурса и равновесное распределение ресурса. Сравните его с оптимальным распределением ресурса.
 - (iv) Объясните полученные результаты графически.

Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа

- 1) Решите задачу

$$\alpha \ln x_1 + (1 - \alpha) \ln x_2 \rightarrow \max, p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq m, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$
 где $0 < \alpha < 1$, $p_1 > 0$, $p_2 > 0$, $m > 0$.
- 2) Приведите пример, показывающий существенность условий Слейтера в методе множителей Лагранжа.

Тема 5. Выпуклый анализ

- 1) В чём заключается условие выпуклости для гладких функций?
- 2) Проверьте функции $f(x) = x^\alpha$ и $g(x) = \alpha^x$ на (строгую) выпуклость и (строгую) вогнутость на множествах их определения при различных возможных значениях параметра α .
- 3) Докажите, что сумма двух выпуклых функций — выпуклая функция.

Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето

- 1) Что такое слабая эффективность по Парето?
- 2) Постройте пример точки, являющейся слабо эффективной по Парето, но не являющейся эффективной по Парето.
- 3) Рассмотрим два выпуклых множества X и Y . Пусть \hat{x} — эффективная точка множества X , а \hat{y} — эффективная точка множества Y . Правда ли, что $\hat{x} + \hat{y}$ является эффективной точкой множества $X+Y$?

Тема 7. Теорема Куна–Таккера

- 1) Дайте экономическую интерпретацию теоремы Куна–Таккера в многомерной задаче распределения ресурсов.
- 2) Какие вы знаете версии условий дополняющей нежёсткости?
- 3) Воспроизведите доказательство теоремы Куна–Таккера в обратную сторону.

7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **зачет с оценкой**, при выставлении результатов которого учитываются результаты текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине и результаты оценивания итогового тестирования.

Перед зачетом с оценкой проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы обучающихся.

Тест включает 25 вопросов по всем компетенциям дисциплины, 10 из них вопросы закрытого типа, 5 – комбинированного типа, 10 – открытого типа, все вопросы разного уровня сложности.

Тест оценивается в баллах в соответствии со следующими критериями:

Задания закрытого типа

Базовый уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте - 1 балл; ответ отличен от эталонного - 0 баллов.

Повышенный уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют - 2 балла; если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа - 1 балл; во всех других случаях выставляется 0 баллов

Комбинированные задания

Базовый уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, обоснование по смыслу соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла) - 1 балл; ответ отличен от эталонного - 0 баллов.

Повышенный уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, обоснование по смыслу соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла) - 2 балла; дан верный ответ, обоснование отсутствует или приведено неверно – 1 балл; во всех остальных случаях - 0 баллов.

Задания открытого типа

Повышенный уровень сложности: ответ соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла); правильно названы все запрашиваемые составляющие вопроса, даны верные обоснования - 2 балла; ответ имеет незначительные отклонения от эталонного, правильно названы на все запрашиваемые составляющие вопроса, но для названных даны верные обоснования - 1 балл; ответ

значительно отличается от эталонного, имеются фактические ошибки, искажающие его смысл или ответ сформулирован неверно или не сформулирован - 0 баллов.

Высокий уровень сложности: магистрант демонстрирует умение применять знания в нестандартной ситуации, решать нетиповые задачи, приводит корректные обоснования и доказательства, ответ полный, в ответе отсутствуют фактические ошибки, изложение связное, структура прозрачная, логика изложения прослеживается - 3 балла; ответ значительно отличается от эталонного, имеются фактические ошибки, искажающие его смысл или ответ сформулирован неверно или не сформулирован - 0 баллов.

Итоговый балл за тест рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{100}{K} * \left(\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} \right),$$

где F – итоговое количество баллов за тест,

K – количество осваиваемых в рамках дисциплины компетенций,

k_n – максимально возможное количество баллов за вопросы по компетенции,

x_n – количество баллов, набранное магистрантом, за правильные ответы на вопросы по соответствующей компетенции.

Максимальная **оценка по итогам освоения дисциплины** составляет 100 баллов (50% оценки составляют результаты выполнения домашних заданий, 50% — результаты итогового тестирования) (таблица 7). При вычислении оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины используется процедура округления до целого.

Таблица 7

Критерии оценивания письменной зачётной работы

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
Тестирование	81–100% правильных ответов	81–100
	61–80% правильных ответов	61–80
	41–60% правильных ответов	41–60
	0–40% правильных ответов	0–40

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине. На основании оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины, выраженной в 100-балльной шкале, выставляется **зачет с оценкой** в соответствии с Таблицей 8.

Таблица 8

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Оценка по итогам освоения дисциплины (в 100-балльной шкале)	Результаты текущего контроля
зачет оценкой	с ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1.	3 (ПК-1)	81–100	Зачтено, отлично
		ИД.ПК-1.2.	У (ПК-1)	61–80	Зачтено, хорошо
		ИД.ПК-1.3.	В (ПК-1)	41–60	Зачтено, удовлетворительно
		ИД.ПК-1.4.	3 (ПК-5)	0–40	Не зачтено, неудовлетворительно
		ИД.ПК-5.1.	У (ПК-5)		
		ИД.ПК-5.2.	В (ПК-5)		
		ИД.ПК-5.3.			

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации

ПК-1 Способен составлять программу исследований, проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой, представлять результаты проведенного исследования профессиональному сообществу с использованием современных информационных технологий и программных продуктов

Задания закрытого типа

Базовый уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Исследователь строит экономико-математическую модель, где ключевое предположение — постоянная отдача от масштаба. Каким математическим свойством должна иметь производственная функция $f(K, L)$ для выполнения этого условия?

- A) Однородность первой степени $f(tK, tL) = t \cdot f(K, L)$.
- B) Положительная первая производная по каждому фактору.
- C) Отрицательная вторая производная по каждому фактору (убывающая отдача).
- D) Линейность по каждому фактору.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Экономист исследует функцию прибыли фирмы $\pi(Q) = R(Q) - C(Q)$. Чтобы найти объем выпуска Q , максимизирующий прибыль, на основе математического анализа, какое необходимое условие первого порядка он должен использовать?

- A) $\pi(Q) > 0$
- B) $\frac{d\pi}{dQ} = 0$ (Предельная прибыль равна нулю / $MR = MC$).
- C) $\frac{d^2\pi}{dQ^2} > 0$
- D) $R(Q) = C(Q)$ (Точка безубыточности).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

Исследователь проанализировал функцию прибыли фирмы $\pi(Q) = R(Q) - C(Q)$ и нашел точку Q^* , где выполняется необходимое условие первого порядка $\frac{d\pi}{dQ} = 0$. Какое достаточное условие он должен проверить, чтобы убедиться, что Q^* является точкой максимума прибыли

- A) $\pi(Q^*) > 0$,
- B) $\frac{d^2R}{dQ^2} > \frac{d^2C}{dQ^2}$,
- C) $\frac{d^2\pi}{dQ^2}|_{Q=Q^*} < 0$,
- D) $R(Q^*) > C(Q^*)$.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

При исследовании потребительского выбора между двумя товарами с бюджетным ограничением $P_x X + P_y Y = I$, вводится функция полезности $U(X, Y)$. Какой математический метод является наиболее подходящим для нахождения набора (X^*, Y^*) , максимизирующего полезность?

- A) Решение системы линейных уравнений.
- B) Метод множителей Лагранжа.
- C) Интегрирование функции полезности.
- D) Нахождение корней квадратного уравнения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

В модели межвременного выбора потребителя функция полезности имеет вид $U = u(C_1) + \beta u(C_2)$, где β — коэффициент дисконтирования. Что означает условие $0 < \beta < 1$ с экономической точки зрения?

- A) Потребитель предпочитает будущее потребление текущему.
- B) Потребитель игнорирует свои текущие доходы.
- C) Потребитель предпочитает текущее потребление будущему.
- D) Полезность убывает с ростом потребления.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

Исследователь анализирует большой массив данных (n наблюдений) по k экономическим показателям (например, ВВП, инфляция, безработица, инвестиции для разных стран). Ему необходимо изучить структуру взаимосвязей между этими показателями, выявить скрытые факторы и подготовить данные для эконометрического моделирования. Какой раздел математики и соответствующий инструмент наиболее приемлемы для решения этой задачи?

- A) Теория вероятностей (расчет распределений отдельных показателей).
- B) Линейная алгебра (анализ матрицы ковариаций/корреляций Σ , сингулярное разложение (SVD)).
- C) Дифференциальные уравнения (моделирование динамики).
- D) Теория игр (анализ стратегического взаимодействия).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

с использованием функции Лагранжа $\mathcal{L} = wL + rK + \lambda[Q_0 - f(L, K)]$, найденное значение множителя Лагранжа λ^* имеет важную экономическую интерпретацию. Что оно характеризует?

- A) Минимальные совокупные издержки производства Q_0 .
- B) Предельную полезность выпуска.
- C) Предельные издержки производства дополнительной единицы продукции (МС).
- D) Эластичность выпуска по капиталу.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие характеристики обязательны для задачи математического программирования?

- a) Наличие целевой функции $f(x)$
- b) Ограничения в виде $g_i(x) \leq 0$
- c) Требование целочисленности переменных
- d) Условие неотрицательности переменных $x \geq 0$
- e) Наличие хотя бы одного ограничения

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать все правильные ответы**

Для задачи $\max \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$ при $\sum_{i=1}^n x_i \leq Q$, $x_i \geq 0$, где f_i — вогнутые монотонно возрастающие функции, какие условия верны в оптимуме?

- a) $f'_i(x_i) = f'_j(x_j)$ для всех i, j
- b) $f'_i(x_i) \leq \lambda$ для некоторого $\lambda \geq 0$
- c) $\lambda \cdot (Q - \sum x_i) = 0$
- d) $f'_i(x_i) \leq \lambda$ для некоторого $\lambda \geq 0$ и если $x_i > 0$, то $f'_i(x_i) = \lambda$
- e) $\lambda = 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать все правильные ответы**

Какие свойства делают задачу линейного программирования применимой для экономических исследований?

- a) Возможность анализа чувствительности через двойственные переменные
- b) Гарантированная целочисленность решения
- c) Эффективные алгоритмы (симплекс-метод)
- d) Автоматическое выполнение условий регулярности

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать все правильные ответы**

Для задачи $\min f(x)$ при $h_j(x) = 0$, какие этапы включает использование метода множителей Лагранжа?

- a) Проверка линейной независимости $\nabla h_j(x^*)$
- b) Составление $\mathcal{L}(x, \lambda) = f(x) + \sum \lambda_j h_j(x)$
- c) Решение системы $\nabla_x \mathcal{L} = 0$, $\nabla_\lambda \mathcal{L} = 0$
- d) Анализ положительной определенности Гессиана
- e) Проверка $\lambda_j \geq 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать все правильные ответы**

Какие утверждения верны для гладкой выпуклой функции $f: R^n \rightarrow R$?

- a) Локальный минимум является глобальным
- b) Гессиан $\nabla^2 f(x)$ положительно полуопределен
- c) Надграфик $\text{epi}(f)$ — выпуклое множество
- d) Выполняется условие $f(\alpha x + (1 - \alpha)y) \leq \alpha f(x) + (1 - \alpha)f(y)$ для любых x и y из области определения и $0 \leq \alpha \leq 1$.
- e) Все функции вида $g(x) = e^{f(x)}$ выпуклы

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие условия характеризуют Парето-оптимальность в модели обмена с двумя товарами?

- a) Предельная норма замещения первого товара вторым для обоих агентов одинакова в точке оптимума $MRS_{12}^A = MRS_{12}^B$
- b) Распределение лежит на контрактной кривой
- c) Невозможно улучшить полезность одного, не ухудшив другого
- d) Суммарная полезность максимальна
- e) Распределение справедливо

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Для задачи $\min f(x)$ при $g_i(x) \leq 0$, какие условия входят в теорему Куна-Таккера?

- a) $\nabla f + \sum \mu_i \nabla g_i = 0$
- b) $\mu_i \cdot g_i(x) = 0$
- c) $\mu_i \geq 0$
- d) Линейная зависимость $\nabla g_i(x^*)$
- e) $g_i(x) \leq 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

При решении задачи $\min f(x)$ при ограничении $g(x) \leq b$ методом Куна-Таккера исследователь получил в точке x^* множитель $\lambda^* = 0$. Что это позволяет ему заключить при интерпретации результатов для прикладного экономического исследования?

- a) Ограничение $g(x) \leq b$ не является активным в точке x^* .
- b) Условие дополняющей нежесткости выполнено: $\lambda^*(g(x^*) - b) = 0$.
- c) Оптимальное решение x^* совпадает с безусловным минимумом функции $f(x)$.
- d) Значение целевой функции не изменится при малом ослаблении ограничения ($b \rightarrow b + \Delta b, \Delta b > 0$).
- e) Градиенты $\nabla f(x^*)$ и $\nabla g(x^*)$ ортогональны.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

При разработке программы исследования эффективности производства исследователь сталкивается с задачей максимизации прибыли при ограниченных ресурсах. Какие характеристики *обязательно* указывают на то, что эта задача относится к классу задач математического программирования?

- a) Наличие явно сформулированной цели (целевой функции),
- b) Требование целочисленности всех зависимых переменных.
- c) Наличие ограничений на доступные ресурсы.
- d) Зависимость параметров модели от времени.
- e) Необходимость использования стохастических методов для ее решения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Комбинированные задания

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найдите максимум функции $f(x) = -x^2 + 4x$ на интервале $[0, 5]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найдите максимум функции $h(x) = \sin(x) + \frac{1}{2}$ на интервале $[0, \pi]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найти экстремумы функции $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x + 1$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найти наибольшее и наименьшее значение функции $f(x) = x^4 - 8x^2 + 3$ на отрезке $[-2, 3]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

При каком значении a функция $f(x) = x^3 - 3ax^2 + 3x + 1$ имеет локальный минимум в точке $x = 2$?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Показать, что функция $f(x) = x^2$ выпукла на \mathbf{R} .

Поле для ответа _____.

Задания открытого типа
Высокий уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

При решении задачи распределения ресурсов методом множителей Лагранжа (для случая равенств) получено значение множителя $\lambda_k^* = 0$ для ограничения $g_k(x) \leq b_k$. Как исследователь должен интерпретировать этот результат с точки зрения ценности данного ресурса k и его влияния на оптимальное значение цели?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Дано множество

$$S = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 1\}.$$

Докажите, что множество S является выпуклым.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Решая задачу линейного программирования графически, исследователь обнаружил, что линия уровня целевой функции параллельна одному из граничных ограничений. Что это означает для множества оптимальных решений?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Исследователь хочет максимизировать функцию полезности $U(x, y)$ при бюджетном ограничении $p_x x + p_y y = I$. Объясните логику построения функции Лагранжа $\mathcal{L}(x, y, \lambda)$

для этой задачи. Какой экономический смысл имеет условие $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = 0$ и соотношение $\frac{\partial U / \partial x}{p_x} = \frac{\partial U / \partial y}{p_y}$, вытекающее из условий $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} = 0$ и $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y} = 0$?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Докажите, что множество, заданное системой линейных неравенств $Ax \leq b$, является выпуклым множеством.

Поле для ответа _____.

ПК-5 Способен осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных

способов решения задач, проводить теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования

Задания закрытого типа
Базовый уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Какая из следующих задач *не* является задачей математического программирования?

- a) Найти $\max f(x)$ при условиях $g_i(x) \leq 0, i = 1..m$.
- b) Найти корни уравнения $h(x) = 0$ на множестве $x \in X$.
- c) Найти $\min f(x)$ при условиях $g_j(x) = 0, j = 1 \dots k, x \geq 0$.
- d) Найти $\max f(x)$ при условии $x \in R^n$.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

В простейшей задаче распределения ограниченного ресурса Q между n видами деятельности для максимизации суммарного дохода $\sum f_i(x_i), i = 1, 2, \dots, n$, какую экономическую интерпретацию имеют множители Лагранжа λ^* в оптимальном решении?

- a) Предельные издержки производства.
- b) Предельную полезность ресурса для каждого вида деятельности.
- c) Теневая цена (предельная эффективность) ресурса Q для всей системы в целом.
- d) Долю ресурса, выделяемую каждому виду деятельности.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Какое из следующих утверждений является *основным* свойством допустимого множества задачи линейного программирования?

- a) Оно всегда не пусто.
- b) Оно всегда компактно (ограничено и замкнуто).
- c) Оно является выпуклым многогранником (многогранным множеством).
- d) Оно всегда содержит внутренние точки.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Пусть в прямой задаче линейного программирования $\max \{c^T x \mid Ax \leq b, x \geq 0\}$

целевая функция достигает конечного оптимального значения f^* . Какое утверждение о двойственной задаче $\min \{b^T u \mid A^T u \geq c, u \geq 0\}$ является следствием из теорем двойственности?

- а) Двойственная задача всегда неразрешима.
- б) Оптимальное значение целевой функции двойственной задачи d^* будет строго меньше f^* .
- с) Оптимальное значение целевой функции двойственной задачи d^* будет равно f^* .
- д) Двойственная задача не имеет ограничений.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Традиционный метод множителей Лагранжа применяется для поиска:

- а) Глобального минимума любой гладкой функции.
- б) Условного экстремума гладкой функции при гладких ограничениях-равенствах.
- с) Безусловного экстремума негладкой функции.
- д) Оптимума при ограничениях-неравенствах без дополнительных условий.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие из следующих признаков являются ключевыми для классификации задач математического программирования?

- А) Тип целевой функции (линейная, нелинейная, квадратичная).
- В) Наличие и характер ограничений (равенства, неравенства, отсутствие).
- С) Размерность пространства решений (двумерное, многомерное).
- Д) Характер искомых переменных (непрерывные, дискретные, целочисленные).
- Е) Скорость сходимости алгоритмов решения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

В стандартной задаче распределения ограниченного ресурса b между n видами деятельности для максимизации суммарного эффекта $f(x) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$, какие из следующих условий обычно должны выполняться?

- А) $\sum_{i=1}^n x_i \leq b$ (ограничение по ресурсу).
- В) $x_i \geq 0$ для всех i (неотрицательность вложений).
- С) Функции эффекта $f_i(x_i)$ являются линейными.
- Д) Функции эффекта $f_i(x_i)$ являются выпуклыми.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Метод множителей Лагранжа для задачи $f(x) \rightarrow \max$ при ограничениях $g_k(x) = 0, k = 1, \dots, m$, предполагает анализ стационарных точек функции Лагранжа $\mathcal{L}(x, \lambda) = f(x) + \sum_{k=1}^m \lambda_k g_k(x)$. Какие из следующих условий необходимы для того, чтобы стационарная точка (x^*, λ^*) была решением?

- A) $\nabla_x \mathcal{L}(x^*, \lambda^*) = 0$ (градиент по x равен нулю).
- B) $g_k(x^*) = 0$ для всех k (ограничения выполнены).
- C) $\nabla_\lambda \mathcal{L}(x^*, \lambda^*) = 0$ (градиент по λ равен нулю).
- D) Гессиан $\nabla_{xx}^2 \mathcal{L}(x^*, \lambda^*)$ должен быть положительно (для min) или отрицательно (для max) определенным.
- E) Векторы $\nabla g_k(x^*)$ линейно независимы (условие регулярности).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие из следующих свойств являются необходимыми и достаточными для того, чтобы множество $S \subseteq \mathbb{R}^n$ было выпуклым?

- A) Для любых двух точек $x, y \in S$ и любого $\alpha \in [0, 1]$ точка $\alpha x + (1 - \alpha)y \in S$.
- B) Любая линейная комбинация точек из S с неотрицательными коэффициентами, суммирующимися в 1, принадлежит S .
- C) Пересечение S с любой прямой линией является только отрезком.
- D) Граница множества S не является выпуклой кривой.
- E) Множество S открыто и связно.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

В экономике с n агентами и вектором благосостояния $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, где u_i - полезность i -го агента, Парето-оптимальное состояние характеризуется тем, что:

- A) Не существует другого допустимого состояния, в котором полезность хотя бы одного агента выше, а полезность всех остальных агентов не ниже.
- B) Суммарная полезность всех агентов $\sum_{i=1}^n u_i$ максимальна среди всех допустимых состояний.
- C) Не существует другого допустимого состояния, которое строго предпочтительнее для всех агентов одновременно.
- D) Достигнута граница "кривой возможных полезностей" (utility possibility frontier).

Е) Распределение ресурсов в оптимуме *всегда* является конкурентным равновесием.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Комбинированные задания

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Функция прибыли фирмы задана как: $\Pi(Q) = 100Q - 2Q^2 - 50$. Найти объем производства Q^* , максимизирующий прибыль.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Издержки фирмы: $C(Q) = Q^3 - 6Q^2 + 10Q + 20$.

Найти Q^* , минимизирующий средние издержки $AC(Q) = C(Q)/Q$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Прибыль зависит от расходов на рекламу A : $\Pi(A) = 50\sqrt{A} - A$.

Найти оптимальный уровень рекламы.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Функция выручки: $R(Q) = 80Q - 5Q^2$. Издержки: $C(Q) = 20Q + 10$.

Найти объем Q^* , максимизирующий прибыль.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Полезность потребителя: $U(x) = \ln(x) + 10x - x^2$.

Найти x , максимизирующий полезность.

Поле для ответа _____.

Задания открытого типа

Высокий уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

В экономике обмена с двумя благами и двумя потребителями заданы функции полезности $U^A(x^A, y^A)$, $U^B(x^B, y^B)$ и начальные запасы (ω_x^A, ω_y^A) , (ω_x^B, ω_y^B) . Выведите соотношение предельных норм замены (MRS) из условий, определяющие Парето-оптимальное распределение $(\widehat{x}^A, \widehat{y}^A)$, $(\widehat{x}^B, \widehat{y}^B)$. Какую экономическую интерпретацию имеет это соотношение?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Исследователь анализирует функцию издержек фирмы $C(Q)$. Почему предположение о выпуклости $C(Q)$ по Q ($C''(Q) \geq 0$) экономически обоснованно для многих производственных процессов?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Доказать, что сумма выпуклых функций выпукла.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Является ли функция $f(x) = |x|$ выпуклой?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

При каких p функция $f(x) = x^p$ выпукла на $(0, +\infty)$?

Поле для ответа _____.

7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 9

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4.	домашнее задание (ДЗ), тест
ПК-5	ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	домашнее задание (ДЗ), тест

Таблица 10

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Домашнее задание	Магистрант в ходе подготовки и выполнения домашнего задания по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
	<p>— Составляет программу исследований, выполняет намеченные этапы работы, представляет результаты исследований в соответствии с установленными требованиями с использованием современных средств, мультимедийных технологий и программных продуктов</p> <p>— Решает задачи аналитического характера, в том числе осуществляет выбор актуальных способов решения задач, проводит теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования</p>
Тест	<p>Магистрант в ходе подготовки и выполнения теста показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины:</p> <p>— Составляет программу исследований, выполняет намеченные этапы работы, представляет результаты исследований в соответствии с установленными требованиями с использованием современных средств, мультимедийных технологий и программных продуктов</p> <p>— Решает задачи аналитического характера, в том числе осуществляет выбор актуальных способов решения задач, проводит теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования</p>

8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1. Основная литература

1. Машунин, Ю. К. Теория управления. Математический аппарат управления в экономике : учебное пособие / Ю. К. Машунин. - Москва : Логос, 2020. - 448 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-736-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213769> . – Режим доступа: по подписке..
2. Хуснутдинов, Р. Ш. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие / Р. Ш. Хуснутдинов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 224 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005313-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039180> . – Режим доступа: по подписке.

8.2. Дополнительная литература

1. Мастяева, И. Н. Методы оптимальных решений : учебник / И.Н. Мастяева, Г.И. Горемыкина, О.Н. Семенихина. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 384 с. - ISBN 978-5-905554-24-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1907609> . – Режим доступа: по подписке.
2. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений : учебное пособие : в 2 т / А.В. Соколов, В.В. Токарев. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2012. - Т. 1. Общие положения. Математическое программирование. - 562 с. : схем., табл. - (Анализ и поддержка решений). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1399-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457697>

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1 Программное обеспечение

1. OS Microsoft Windows (OVS OS Platform)
2. MS Office (OVS Office Platform)
3. Adobe Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU
4. Adobe CS5.5 Design Standart Win IE EDU CLP
5. ABBYY FineReader 11 Corporate Edition
6. ABBYY Lingvo x5
7. Adobe Acrobat Reader DC /Pro – бесплатно
8. Google Chrome – бесплатно

9. Opera – бесплатно
10. Mozilla – бесплатно
11. VLC – бесплатно
12. Яндекс Браузер

9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Информационно-справочные системы

1. Гарант.Ру. Информационно-правовой портал: <http://www.garant.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
3. Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <http://npoed.ru>
4. Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru>
5. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru>
6. Правовой сайт КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/sys>
7. Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru>

Профессиональные базы данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Национальная электронная библиотека НЭБ: <http://www.rusneb.ru>
2. Президентская библиотека: <http://www.prilib.ru>
3. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru/>
4. Российская национальная библиотека: <http://www.nlr.ru/poisk/>

9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета

Профессиональные базы данных:

Полный перечень доступных обучающимся профессиональных баз данных представлен на официальном сайте Университета <https://eusp.org/library/electronic-resources>, включая следующие базы данных:

1. **eLIBRARY.RU** — Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, наукометрическая база данных: <http://elibrary.ru>;
2. Электронные журналы по подписке (текущие номера научных зарубежных журналов).

Электронные библиотечные системы:

1. **Znaniium.com** — Электронная библиотечная система (ЭБС) — <http://znaniium.com/>;
2. Университетская библиотека онлайн — Электронная библиотечная система (ЭБС) — <http://biblioclub.ru/>

9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета

Образовательный процесс по дисциплине поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды Университета, которая включает в себя электронный учебно-методический ресурс АНООВО «ЕУСПб» — образовательный портал LMS Sakai — Sakai@EU, лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета, официальный сайт Университета (Европейский университет в Санкт-Петербурге)

[<https://euspr.org/>]), локальную сеть и корпоративную электронную почту Университета, и обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок за эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;

- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет» (электронной почты и т.д.).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным ресурсам библиотеки Университета, содержащей издания учебной, учебно-методической и иной литературы по изучаемой дисциплине.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В ходе реализации образовательного процесса используются специализированные многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляется возможность присутствия в аудитории вместе с ними ассистента (помощника). Для слабовидящих предоставляется возможность увеличения текста на экране ПК. Для самостоятельной работы лиц с ограниченными возможностями здоровья в помещении для самостоятельной работы организовано одно место (ПК) с возможностями бесконтактного ввода информации и управления компьютером (специализированное лицензионное программное обеспечение – Camera Mouse, веб камера). Библиотека университета предоставляет удаленный доступ к электронным ресурсам библиотеки Университета с возможностями для слабовидящих увеличения текста на экране ПК. Лица с ограниченными возможностями здоровья могут при необходимости воспользоваться имеющимся в университете креслом-коляской. В учебном корпусе имеется адаптированный лифт. На первом этаже оборудован специализированный туалет. У входа в здание университета для инвалидов оборудована специальная кнопка, входная среда обеспечена информационной доской о режиме работы университета, выполненной рельефно-точечным тактильным шрифтом (азбука Брайля).

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Математика для экономистов»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, активное слушание на лекциях, выполнение домашних заданий. Магистрант должен присутствовать на лекциях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания выполнения домашних заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 1

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 1	зачтено/ не зачтено
Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 2	зачтено/ не зачтено
Тема 3. Линейное программирование	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 3	зачтено/ не зачтено
Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 4	зачтено/ не зачтено
Тема 5. Выпуклый анализ	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 5	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Формы текущего контроля успеваемости	Результаты текущего контроля
Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 6	зачтено/ не зачтено
Тема 7. Теорема Куна–Таккера	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	Домашнее задание 7	зачтено/ не зачтено

Максимальный балл, который обучающийся может получить за домашнее задание, объявляется заранее и составляет 100 баллов. Далее полученные баллы переводятся в бинарную систему для получения результатов текущего контроля, фиксирующих ход образовательного процесса, согласно Таблице 2.

Таблица 2

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Описание	Показатели	Количество баллов по 100-балльной шкале	Результаты текущего контроля
Домашнее задание	Выполнение домашних заданий подразумевает письменное изложение ответов на теоретические вопросы и решений поставленных преподавателем задач. Предполагается, что ход решения задач сопровождается подробными комментариями обучающегося.	Обучающийся правильно выполняет задания и отвечает на все поставленные в задании вопросы.	81–100	зачтено
		Обучающийся выполняет предложенные задания и отвечает на все поставленные в задании вопросы, но допускает при этом несущественные ошибки.	61–80	
		Обучающийся предлагает правильную идеологию решения задач.	41–60	
		Обучающийся испытывает затруднения при выполнении предложенных заданий.	0–40	не зачтено

2 Контрольные задания для текущей аттестации

Перечень домашних заданий

Тема 1. Постановка и классификация задач математического программирования

- 1) Как формулируется общая задача математического программирования?
- 2) Чем отличается задача безусловной оптимизации от задачи условной

оптимизации?

3) В чём заключается достаточное условие минимума для гладких функций?

Тема 2. Задача об оптимальном распределении ресурса

1) Сформулируйте задачу о минимизации суммарных издержек на нескольких предприятиях при заданном выпуске.

2) Как выглядят условия оптимальности в задаче о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса?

3) В чём состоят необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче оптимального распределения ресурса?

Тема 3. Линейное программирование

1) Предположим, что производственные функции обоих заводов являются линейными, $f_i(x_i) = a_i x_i$, $a_i > 0$, $i = 1, 2$.

(i) Сформулируйте и решите задачу оптимального распределения ресурса.

(ii) Выведите функции спроса $x_i(p)$, $i = 1, 2$.

(iii) Найдите равновесную цену ресурса и равновесное распределение ресурса. Сравните его с оптимальным распределением ресурса.

(iv) Объясните полученные результаты графически.

Тема 4. Условная оптимизация и метод множителей Лагранжа

1) Решите задачу

$$\alpha \ln x_1 + (1 - \alpha) \ln x_2 \rightarrow \max, p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq m, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

где $0 < \alpha < 1$, $p_1 > 0$, $p_2 > 0$, $m > 0$.

2) Приведите пример, показывающий существенность условий Слейтера в методе множителей Лагранжа.

Тема 5. Выпуклый анализ

1) В чём заключается условие выпуклости для гладких функций?

2) Проверьте функции $f(x) = x^\alpha$ и $g(x) = \alpha^x$ на (строгую) выпуклость и (строгую) вогнутость на множествах их определения при различных возможных значениях параметра α .

3) Докажите, что сумма двух выпуклых функций — выпуклая функция.

Тема 6. Эффективность и оптимальность по Парето

1) Что такое слабая эффективность по Парето?

2) Постройте пример точки, являющейся слабо эффективной по Парето, но не являющейся эффективной по Парето.

3) Рассмотрим два выпуклых множества X и Y . Пусть \hat{x} — эффективная точка множества X , а \hat{y} — эффективная точка множества Y . Правда ли, что $\hat{x} + \hat{y}$ является эффективной точкой множества $X + Y$?

Тема 7. Теорема Куна–Таккера

1) Дайте экономическую интерпретацию теоремы Куна–Таккера в многомерной задаче распределения ресурсов.

2) Какие вы знаете версии условий дополняющей нежёсткости?

3) Воспроизведите доказательство теоремы Куна–Таккера в обратную сторону.

3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **зачет с оценкой**, при выставлении результатов которого учитываются результаты текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине и результаты оценивания итогового тестирования.

Перед зачетом с оценкой проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы обучающихся.

Тест включает 25 вопросов по всем компетенциям дисциплины, 10 из них вопросы закрытого типа, 5 – комбинированного типа, 10 – открытого типа, все вопросы разного уровня сложности.

Тест оценивается в баллах в соответствии со следующими критериями:

Задания закрытого типа

Базовый уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте - 1 балл; ответ отличен от эталонного - 0 баллов.

Повышенный уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют - 2 балла; если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа - 1 балл; во всех других случаях выставляется 0 баллов

Комбинированные задания

Базовый уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, обоснование по смыслу соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла) - 1 балл; ответ отличен от эталонного - 0 баллов.

Повышенный уровень сложности: задание считается выполненным верно, если ответ полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, обоснование по смыслу соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла) - 2 балла; дан верный ответ, обоснование отсутствует или приведено неверно – 1 балл; во всех остальных случаях - 0 баллов.

Задания открытого типа

Повышенный уровень сложности: ответ соответствует эталонному (допускаются различные формулировки ответа, не искажающие его смысла); правильно названы все запрашиваемые составляющие вопроса, даны верные обоснования - 2 балла; ответ имеет незначительные отклонения от эталонного, правильно названы на все запрашиваемые составляющие вопроса, но для названных даны верные обоснования - 1 балл; ответ значительно отличается от эталонного, имеются фактические ошибки, искажающие его смысл или ответ сформулирован неверно или не сформулирован - 0 баллов.

Высокий уровень сложности: магистрант демонстрирует умение применять знания в нестандартной ситуации, решать нетиповые задачи, приводит корректные обоснования и доказательства, ответ полный, в ответе отсутствуют фактические ошибки, изложение связное, структура прозрачная, логика изложения прослеживается - 3 балла; ответ значительно отличается от эталонного, имеются фактические ошибки, искажающие его смысл или ответ сформулирован неверно или не сформулирован - 0 баллов.

Итоговый балл за тест рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{100}{K} * \left(\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n} \right),$$

где F – итоговое количество баллов за тест,

K – количество осваиваемых в рамках дисциплины компетенций,

k_n – максимально возможное количество баллов за вопросы по компетенции,
 x_n – количество баллов, набранное магистрантом, за правильные ответы на вопросы по соответствующей компетенции.

Максимальная **оценка по итогам освоения дисциплины** составляет 100 баллов (50% оценки составляют результаты выполнения домашних заданий, 50% — результаты итогового тестирования) (таблица 3). При вычислении оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины используется процедура округления до целого.

Таблица 3

Критерии оценивания письменной зачётной работы

Вид промежуточной аттестации	Показатели	Количество баллов
Тестирование	81–100% правильных ответов	81–100
	61–80% правильных ответов	61–80
	41–60% правильных ответов	41–60
	0–40% правильных ответов	0–40

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине. На основании оценки обучающегося по итогам освоения дисциплины, выраженной в 100-балльной шкале, выставляется **зачет с оценкой** в соответствии с Таблицей 4.

Таблица 4

Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соот. с Таблицей 1)	Оценка по итогам освоения дисциплины (в 100-балльной шкале)	Результаты текущего контроля
зачет с оценкой	ПК-1 ПК-5	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4. ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5)	81–100	Зачтено, отлично
				61–80	Зачтено, хорошо
				41–60	Зачтено, удовлетворительно
				0–40	Не зачтено, неудовлетворительно

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Данные, знания, экономика, нарративы» по направлению подготовки 38.04.01 Экономика (уровень магистратуры).

4 Задания к промежуточной аттестации

ПК-1 Способен составлять программу исследований, проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой, представлять результаты проведенного исследования профессиональному сообществу с использованием современных информационных технологий и программных продуктов

Задания закрытого типа Базовый уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Исследователь строит экономико-математическую модель, где ключевое предположение — постоянная отдача от масштаба. Каким математическим свойством должна иметь производственная функция $f(K, L)$ для выполнения этого условия?

- А) Однородность первой степени $f(tK, tL) = t \cdot f(K, L)$.
- В) Положительная первая производная по каждому фактору.
- С) Отрицательная вторая производная по каждому фактору (убывающая отдача).
- Д) Линейность по каждому фактору.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Экономист исследует функцию прибыли фирмы $\pi(Q) = R(Q) - C(Q)$. Чтобы найти объем выпуска Q , максимизирующий прибыль, на основе математического анализа, какое необходимое условие первого порядка он должен использовать?

- А) $\pi(Q) > 0$
- В) $\frac{d\pi}{dQ} = 0$ (Предельная прибыль равна нулю / $MR = MC$).
- С) $\frac{d^2\pi}{dQ^2} > 0$
- Д) $R(Q) = C(Q)$ (Точка безубыточности).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Исследователь проанализировал функцию прибыли фирмы $\pi(Q) = R(Q) - C(Q)$ и нашел точку Q^* , где выполняется необходимое условие первого порядка $\frac{d\pi}{dQ} = 0$. Какое достаточное условие он должен проверить, чтобы убедиться, что Q^* является точкой максимума прибыли

- A) $\pi(Q^*) > 0$,
 B) $\frac{d^2 R}{dQ^2} > \frac{d^2 C}{dQ^2}$,
 C) $\frac{d^2 \pi}{dQ^2} |_{Q=Q^*} < 0$,
 D) $R(Q^*) > C(Q^*)$.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

При исследовании потребительского выбора между двумя товарами с бюджетным ограничением $P_x X + P_y Y = I$, вводится функция полезности $U(X, Y)$. Какой математический метод является наиболее подходящим для нахождения набора (X^*, Y^*) , максимизирующего полезность?

- A) Решение системы линейных уравнений.
 B) Метод множителей Лагранжа.
 C) Интегрирование функции полезности.
 D) Нахождение корней квадратного уравнения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

В модели межвременного выбора потребителя функция полезности имеет вид $U = u(C_1) + \beta u(C_2)$, где β — коэффициент дисконтирования. Что означает условие $0 < \beta < 1$ с экономической точки зрения?

- A) Потребитель предпочитает будущее потребление текущему.
 B) Потребитель игнорирует свои текущие доходы.
 C) Потребитель предпочитает текущее потребление будущему.
 D) Полезность убывает с ростом потребления.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Исследователь анализирует большой массив данных (n наблюдений) по k экономическим показателям (например, ВВП, инфляция, безработица, инвестиции для разных стран). Ему необходимо изучить структуру взаимосвязей между этими показателями, выявить скрытые факторы и подготовить данные для эконометрического моделирования. Какой раздел математики и соответствующий инструмент наиболее приемлемы для решения этой задачи?

- А) Теория вероятностей (расчет распределений отдельных показателей).
- В) Линейная алгебра (анализ матрицы ковариаций/корреляций Σ , сингулярное разложение (SVD)).
- С) Дифференциальные уравнения (моделирование динамики).
- Д) Теория игр (анализ стратегического взаимодействия).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

с использованием функции Лагранжа $\mathcal{L} = wL + rK + \lambda[Q_0 - f(L, K)]$, найденное значение множителя Лагранжа λ^* имеет важную экономическую интерпретацию. Что оно характеризует?

- А) Минимальные совокупные издержки производства Q_0 .
- В) Предельную полезность выпуска.
- С) Предельные издержки производства дополнительной единицы продукции (МС).
- Д) Эластичность выпуска по капиталу.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие характеристики обязательны для задачи математического программирования?

- а) Наличие целевой функции $f(x)$
- б) Ограничения в виде $g_i(x) \leq 0$
- с) Требование целочисленности переменных
- д) Условие неотрицательности переменных $x \geq 0$
- е) Наличие хотя бы одного ограничения

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Для задачи $\max \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$ при $\sum_{i=1}^n x_i \leq Q$, $x_i \geq 0$, где f_i — вогнутые монотонно возрастающие функции, какие условия верны в оптимуме?

- а) $f'_i(x_i) = f'_j(x_j)$ для всех i, j
- б) $f'_i(x_i) \leq \lambda$ для некоторого $\lambda \geq 0$
- с) $\lambda \cdot (Q - \sum x_i) = 0$

- д) $f'_i(x_i) \leq \lambda$ для некоторого $\lambda \geq 0$ и если $x_i > 0$, то $f'_i(x_i) = \lambda$
 е) $\lambda = 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие свойства делают задачу линейного программирования применимой для экономических исследований?

- а) Возможность анализа чувствительности через двойственные переменные
 б) Гарантированная целочисленность решения
 в) Эффективные алгоритмы (симплекс-метод)
 г) Автоматическое выполнение условий регулярности

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Для задачи $\min f(x)$ при $h_j(x) = 0$, какие этапы включает использование метода множителей Лагранжа?

- а) Проверка линейной независимости $\nabla h_j(x^*)$
 б) Составление $\mathcal{L}(x, \lambda) = f(x) + \sum \lambda_j h_j(x)$
 в) Решение системы $\nabla_x \mathcal{L} = 0, \nabla_\lambda \mathcal{L} = 0$
 г) Анализ положительной определенности Гессиана
 д) Проверка $\lambda_j \geq 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие утверждения верны для гладкой выпуклой функции $f: R^n \rightarrow R$?

- а) Локальный минимум является глобальным
 б) Гессиан $\nabla^2 f(x)$ положительно полуопределен
 в) Надграфик $epi(f)$ — выпуклое множество
 г) Выполняется условие $f(\alpha x + (1 - \alpha)y) \leq \alpha f(x) + (1 - \alpha)f(y)$ для любых x и y из области определения
 д) Все функции вида $g(x) = e^{f(x)}$ выпуклы

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие условия характеризуют Парето-оптимальность в модели обмена с двумя товарами?

- а) Предельная норма замещения первого товара вторым для обоих агентов одинакова в точке оптимума $MRS_{12}^A = MRS_{12}^B$
- б) Распределение лежит на контрактной кривой
- в) Невозможно улучшить полезность одного, не ухудшив другого
- г) Суммарная полезность максимальна
- д) Распределение справедливо

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Для задачи $\min f(x)$ при $g_i(x) \leq 0$, какие условия входят в теорему Куна-Таккера?

- а) $\nabla f + \sum \mu_i \nabla g_i = 0$
- б) $\mu_i \cdot g_i(x) = 0$
- в) $\mu_i \geq 0$
- г) Линейная зависимость $\nabla g_i(x^*)$
- д) $g_i(x) \leq 0$

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

При решении задачи $\min f(x)$ при ограничении $g(x) \leq b$ методом Куна-Таккера исследователь получил в точке x^* множитель $\lambda^* = 0$. Что это позволяет ему заключить при интерпретации результатов для прикладного экономического исследования?

- а) Ограничение $g(x) \leq 0$ не является активным в точке x^* .
- б) Условие дополняющей нежесткости выполнено: $\lambda^*(g(x^*) - b) = 0$.
- в) Оптимальное решение x^* совпадает с безусловным минимумом функции $f(x)$.
- г) Значение целевой функции не изменится при малом ослаблении ограничения ($b \rightarrow b + \Delta b, \Delta b > 0$).
- д) Градиенты $\nabla f(x^*)$ и $\nabla g(x^*)$ ортогональны.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

При разработке программы исследования эффективности производства исследователь сталкивается с задачей максимизации прибыли при ограниченных ресурсах. Какие характеристики *обязательно* указывают на то, что эта задача относится к классу задач математического программирования?

- а) Наличие явно сформулированной цели (целевой функции),
- б) Требование целочисленности всех зависимых переменных.
- с) Наличие ограничений на доступные ресурсы.
- д) Зависимость параметров модели от времени.
- е) Необходимость использования стохастических методов для ее решения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Комбинированные задания Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найдите максимум функции $f(x) = -x^2 + 4x$ на интервале $[0, 5]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найдите максимум функции $h(x) = \sin(x) + \frac{1}{2}$ на интервале $[0, \pi]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найти экстремумы функции $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x + 1$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найти наибольшее и наименьшее значение функции $f(x) = x^4 - 8x^2 + 3$ на отрезке $[-2, 3]$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

При каком значении a функция $f(x) = x^3 - 3ax^2 + 3x + 1$ имеет локальный минимум в точке $x = 2$?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Показать, что функция $f(x) = x^2$ выпукла на \mathbf{R} .

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Является ли функция $f(x) = -x^3$ выпуклой или вогнутой на \mathbf{R} ?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Проверить выпуклость функции $f(x) = e^x$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Найти двойственную задачу для задачи

$$\begin{aligned} \max & 5x_1 + x_2, \\ & 2x_1 + x_2 \leq 6, \\ & x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ & x_1, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Проверить оптимальность точки $(x_1, x_2) = (1, 2)$ для задачи:

$$\begin{aligned} \max & x_1 + 2x_2, \\ & x_1 + x_2 \leq 3, \\ & 2x_1 + x_2 \leq 4, \\ & x_1, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Решить задачу с помощью теоремы Куна-Таккера: минимизировать $f(x) = x^2$ при условии $x \geq 1$ и найти множитель Лагранжа.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Решите задачу о минимизации $f(x, y) = x^2 + y^2$ при ограничениях: $x + y \geq 2, x \geq 0$, и найдите множители Лагранжа.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Имеется $R = 15$ ед. однородного ресурса для распределения между 3 проектами.

Доходность i -го проекта задана функцией $f_i(x_i) = a_i\sqrt{x_i}$, где $a_1 = 10, a_2 = 8, a_3 = 12$.

Найдите оптимальный объем ресурса x_2 для второго проекта, максимизирующий суммарный доход $F = \sum_{i=1}^3 f_i(x_i)$ при ограничении $\sum_{i=1}^3 x_i = R, x_i \geq 0$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

В экономике обмена два потребителя (А, В) имеют функции полезности $U_A(x_A, y_A) = x_A y_A$, $U_B(x_B, y_B) = x_B + 2y_B$. Общие запасы благ: $\bar{X} = 10$, $\bar{Y} = 10$. Найдите Парето-оптимальное распределение, при котором потребитель А получает ровно 4 единицы блага Х ($x_A = 4$). Какое количество блага Y получит потребитель А (y_A) в этом распределении? Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Имеется 250 единиц однородного ресурса, который нужно распределить между 2 предприятиями. Прибыль i -го предприятия от получения x_i единиц ресурса задана функциями:

Предприятие 1: $f_1(x_1) = 4\sqrt{x_1}$

Предприятие 2: $f_2(x_2) = 3\sqrt{x_2}$

Необходимо распределить ресурс так, чтобы суммарная прибыль была максимальной. Поле для ответа _____.

Задания открытого типа

Высокий уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

При решении задачи распределения ресурсов методом множителей Лагранжа (для случая равенств) получено значение множителя $\lambda_k^* = 0$ для ограничения $g_k(x) \leq b_k$. Как исследователь должен интерпретировать этот результат с точки зрения ценности данного ресурса k и его влияния на оптимальное значение цели?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Дано множество

$$S = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 1\}.$$

Докажите, что множество S является выпуклым.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Решая задачу линейного программирования графически, исследователь обнаружил, что линия уровня целевой функции “параллельна” одному из ограничений. Что это означает для множества оптимальных решений?

Поле для ответа _____.

.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Исследователь хочет максимизировать функцию полезности $U(x, y)$ при бюджетном ограничении $p_x x + p_y y = I$. Объясните логику построения функции Лагранжа $\mathcal{L}(x, y, \lambda)$ для этой задачи. Какой экономический смысл имеет условие $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = 0$ и соотношение $\frac{\partial U / \partial x}{p_x} = \frac{\partial U / \partial y}{p_y}$, вытекающее из условий $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} = 0$ и $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y} = 0$?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Докажите, что множество, заданное системой линейных неравенств $Ax \leq b$, является выпуклым множеством.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задание и дайте развернутый ответ

Докажите с помощью неравенства Йенсена, что функция $f(x) = x^2$ является выпуклой.

Поле для ответа _____.

ПК-5 Способен осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, проводить теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования

Задания закрытого типа

Базовый уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Какая из следующих задач *не* является задачей математического программирования?

- a) Найти $\max f(x)$ при условиях $g_i(x) \leq 0, i = 1..m$.
- b) Найти корни уравнения $h(x) = 0$ на множестве $x \in X$.
- c) Найти $\min f(x)$ при условиях $g_j(x) = 0, j = 1 \dots k, x \geq 0$.
- d) Найти $\max f(x)$ при условии $x \in R^n$.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

В простейшей задаче распределения ограниченного ресурса Q между n видами деятельности для максимизации суммарного дохода $\sum f_i(x_i), i = 1, 2, \dots, n$, какую экономическую интерпретацию имеют множители Лагранжа λ^* в оптимальном решении?

- a) Предельные издержки производства.
- b) Предельную полезность ресурса для каждого вида деятельности.
- c) Теневая цена (предельная производительность) ресурса Q для всей системы в целом.

d) Долю ресурса, выделяемую каждому виду деятельности.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Какое из следующих утверждений является *основным* свойством допустимого множества задачи линейного программирования?

- a) Оно всегда не пусто.
- b) Оно всегда компактно (ограничено и замкнуто).
- c) Оно является выпуклым многогранником (многогранным множеством).
- d) Оно всегда содержит внутренние точки.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Пусть в прямой задаче линейного программирования $\max \{c^T x \mid Ax \leq b, x \geq 0\}$ целевая функция достигает конечного оптимального значения f^* . Какое утверждение о двойственной задаче $\min \{b^T u \mid A^T u \geq c, u \geq 0\}$ является следствием из теорем двойственности?

- a) Двойственная задача всегда неразрешима.
- b) Оптимальное значение целевой функции двойственной задачи d^* будет строго меньше f^* .
- c) Оптимальное значение целевой функции двойственной задачи d^* будет равно f^* .
- d) Двойственная задача не имеет ограничений.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Традиционный метод множителей Лагранжа применяется для поиска:

- a) Глобального минимума любой гладкой функции.
- b) Условного экстремума гладкой функции при гладких ограничениях-равенствах.
- c) Безусловного экстремума негладкой функции.
- d) Оптимума при ограничениях-неравенствах без дополнительных условий.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

В классической задаче на условный экстремум стационарные точки функции Лагранжа $\mathcal{L}(x, \lambda) = f(x) + \sum_{j=1}^k \lambda_j g_j(x)$:

- a) Всегда являются точками минимума исходной задачи.
- b) Всегда являются точками максимума исходной задачи.
- c) Являются кандидатами на условный экстремум (могут быть седловыми точками).
- d) Не имеют отношения к исходной задаче оптимизации.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Для выпуклой функции $f(x)$, определенной на выпуклом множестве X , любая точка локального минимума является также точкой:

- a) Максимума.
- b) Глобального минимума.
- c) Перегиба.
- d) Условного экстремума.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Какое из следующих условий является достаточным для того, чтобы множество $S = \{x \in \mathbb{R}^n \mid g_i(x) \leq 0, i = 1..m\}$ было выпуклым?

- a) Функции $g_i(x)$ непрерывны.
- b) Функции $g_i(x)$ дифференцируемы.
- c) Функции $g_i(x)$ выпуклы.
- d) Множество S ограничено.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать один правильный ответ

Вектор исходов $y^* = (y_1^*, \dots, y_k^*)$ является Парето-оптимальным в задаче распределения ресурсов между k агентами, если:

- a) Он максимизирует сумму полезностей $\sum u_i(y_i)$.
- b) Он максимизирует полезность наименее обеспеченного агента.
- c) Не существует другого допустимого вектора исходов \hat{y} , такого что $u_i(\hat{y}_i) \geq u_i(y_i^*)$ для всех i и $u_j(\hat{y}_j) > u_j(y_j^*)$ хотя бы для одного j .
- d) Он является равновесием Нэша в соответствующей игре.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

Какое из утверждений верно относительно Парето-оптимальных состояний в простейшей модели обмена?

- a) Существует ровно одно Парето-оптимальное состояние.
- b) Все Парето-оптимальные состояния социально справедливы.
- c) Множество Парето-оптимальных состояний включает все состояния, лежащие на контрактной кривой.
- d) Парето-оптимальное состояние всегда совпадает с конкурентным равновесием.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

Теорема Куна-Таккера дает:

- a) Достаточные условия безусловного экстремума.
- b) Необходимые и достаточные условия глобального минимума для любых задач с ограничениями.
- c) Необходимые условия локального минимума для задач с ограничениями-неравенствами и равенствами при выполнении условий регулярности.
- d) Алгоритм для непосредственного нахождения глобального оптимума.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

В условиях дополняющей нежесткости теоремы Куна-Таккера для ограничения $g_j(x) \leq 0$ и соответствующего множителя $\mu_j \geq 0$ выполняется:

- a) $g_j(x) \cdot \mu_j > 0$.
- b) $g_j(x) \cdot \mu_j < 0$.
- c) $\mu_j \cdot g_j(x) = 0$.
- d) $g_j(x) + \mu_j = 0$.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание**Инструкция: выбрать один правильный ответ**

В выпуклой задаче математического программирования (целевая функция и функции ограничений-неравенств выпуклы, ограничения-равенства аффинны) при выполнении условия Слейтера (существует допустимая точка, где все нелинейные ограничения-неравенства строгие: $g_i(x) < 0$), условия Куна-Таккера:

- a) Всегда невыполнимы.
- b) Являются только необходимыми, но не достаточными.
- c) Являются необходимыми и достаточными для глобального минимума.
- d) Гарантируют единственность решения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие из следующих признаков являются ключевыми для классификации задач математического программирования?

- А) Тип целевой функции (линейная, нелинейная, квадратичная).
- В) Наличие и характер ограничений (равенства, неравенства, отсутствие).
- С) Размерность пространства решений (двумерное, многомерное).
- Д) Характер искомых переменных (непрерывные, дискретные, целочисленные).
- Е) Скорость сходимости алгоритмов решения.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

В стандартной задаче распределения ограниченного ресурса b между n видами деятельности для максимизации суммарного эффекта $f(x) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$, какие из следующих условий обычно должны выполняться?

- А) $\sum_{i=1}^n x_i \leq b$ (ограничение по ресурсу).
- В) $x_i \geq 0$ для всех i (неотрицательность вложений).
- С) Функции эффекта $f_i(x_i)$ являются линейными.
- Д) Функции эффекта $f_i(x_i)$ являются выпуклыми.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Метод множителей Лагранжа для задачи $f(x) \rightarrow \max$ при ограничениях $g_k(x) = 0, k = 1, \dots, m$, предполагает анализ стационарных точек функции Лагранжа $\mathcal{L}(x, \lambda) = f(x) + \sum_{k=1}^m \lambda_k g_k(x)$. Какие из следующих условий необходимы для того, чтобы стационарная точка (x^*, λ^*) была решением?

- А) $\nabla_x \mathcal{L}(x^*, \lambda^*) = 0$ (градиент по x равен нулю).
- В) $g_k(x^*) = 0$ для всех k (ограничения выполнены).
- С) $\nabla_\lambda \mathcal{L}(x^*, \lambda^*) = 0$ (градиент по λ равен нулю).
- Д) Гессиан $\nabla_{xx}^2 \mathcal{L}(x^*, \lambda^*)$ должен быть положительно (для min) или отрицательно (для max) определенным.
- Е) Векторы $\nabla g_k(x^*)$ линейно независимы (условие регулярности).

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие из следующих свойств являются необходимыми и достаточными для того, чтобы множество $S \subseteq R^n$ было выпуклым?

- А) Для любых двух точек $x, y \in S$ и любого $\alpha \in [0,1]$ точка $\alpha x + (1 - \alpha)y \in S$.
- В) Любая линейная комбинация точек из S с неотрицательными коэффициентами, суммирующимися в 1, принадлежит S .
- С) Пересечение S с любой прямой линией является только отрезком.
- Д) Граница множества S не является выпуклой кривой.
- Е) Множество S открыто и связно.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

В экономике с n агентами и вектором благосостояния $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, где u_i - полезность i -го агента, Парето-оптимальное состояние характеризуется тем, что:

- А) Не существует другого допустимого состояния, в котором полезность хотя бы одного агента выше, а полезность всех остальных агентов не ниже.
- В) Суммарная полезность всех агентов $\sum_{i=1}^n u_i$ максимальна среди всех допустимых состояний.
- С) Не существует другого допустимого состояния, которое строго предпочтительнее для всех агентов одновременно.
- Д) Достигнута граница "кривой возможных полезностей" (utility possibility frontier).
- Е) Распределение ресурсов в оптимуме *всегда* является конкурентным равновесием.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Теорема Куна-Таккера дает необходимые условия оптимальности для задачи: $f(x) \rightarrow \min$ при ограничениях $g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m$ и $h_j(x) = 0, j = 1, \dots, p$. Какие из следующих условий входят в формулировку этих необходимых условий?

- А) Стационарность: $\nabla f(x^*) + \sum_{i=1}^m \lambda_i \nabla g_i(x^*) + \sum_{j=1}^p \mu_j \nabla h_j(x^*) = 0$.
- В) Допустимость: $g_i(x^*) \leq 0$ для всех i , $h_j(x^*) = 0$ для всех j .
- С) Дополняющая нежесткость: $\lambda_i g_i(x^*) = 0$ для всех i .
- Д) Неотрицательность множителей: $\lambda_i \geq 0$ для всех i .
- Е) Линейная зависимость градиентов активных ограничений.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

При каких условиях применим метод Лагранжа?

- A) Если целевая функция и ограничения непрерывно дифференцируемы
- B) Если ограничения заданы только в виде неравенств
- C) Если присутствует хотя бы одно уравнение-ограничение
- D) Если ищется минимум функции без ограничений
- E) Если ищется максимум функции с ограничениями

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

В задаче об оптимальном распределении ресурса между проектами с вогнутыми функциями выгоды $f_i(x_i)$ метод множителей Лагранжа применяется к функции $\mathcal{L} = \sum f_i(x_i) + \lambda(b - \sum x_i)$. Условия стационарности $\partial \mathcal{L} / \partial x_i = 0$ приводят к соотношению $f'_i(x_i^*) = \lambda$ для всех i . Какие экономические интерпретации этого факта верны?

- A) Предельная выгода от дополнительной единицы ресурса должна быть одинаковой для всех активных проектов в оптимуме.
- B) Множитель Лагранжа λ интерпретируется как теневая цена (предельная ценность) ограниченного ресурса.
- C) Общая выгода от каждого проекта должна быть одинаковой ($f_i(x_i^*) = f_j(x_j^*)$).
- D) Ресурс должен быть распределен поровну между всеми проектами ($x_i^* = x_j^*$).
- E) Распределение ресурса не зависит от общего его количества ресурсов b .

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие из следующих свойств *не* гарантированы для Парето-оптимального распределения в модели чистого обмена?

- A) Отсутствие возможности взаимовыгодной торговли между агентами.
- B) Равенство предельных норм замещения (MRS) всех агентов для каждой пары благ.
- C) Равенство отношений полезностей благ для всех агентов.
- D) Справедливость распределения с точки зрения каждого агента.
- E) Соответствие конкурентному равновесию с некоторой системой цен при некотором перераспределении начальных ресурсов.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Если функции полезности агентов вогнуты, а множество допустимых распределений выпукло, то:

- A) Парето-оптимальные распределения образуют выпуклое множество.
- B) Любое конкурентное равновесие Парето-оптимально.
- C) Глобальный максимум суммы полезностей единственен.
- D) Парето-оптимальное распределение гарантирует равное распределение ресурсов между агентами.

Поле для ответа:

--	--	--	--

Задание

Инструкция: выбрать все правильные ответы

Какие утверждения о выпуклых функциях одной переменной верны?

- A) Если функция выпукла, то её лебеговы множества тоже выпуклы
- B) В любой точке локальный минимум — это глобальный минимум
- C) Производная выпуклой функции всегда положительна
- D) Вторая производная выпуклой функции всегда неотрицательна
- E) Сумма выпуклых функций — выпуклая функция

Поле для ответа:

--	--	--	--

Комбинированные задания

Повышенный уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Функция прибыли фирмы задана как: $\Pi(Q) = 100Q - 2Q^2 - 50$. Найти объем производства Q^* , максимизирующий прибыль.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Издержки фирмы: $C(Q) = Q^3 - 6Q^2 + 10Q + 20$.

Найти Q^* , минимизирующий средние издержки $AC(Q) = C(Q)/Q$.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Прибыль зависит от расходов на рекламу A : $\Pi(A) = 50\sqrt{A} - A$.

Найти оптимальный уровень рекламы.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Функция выручки: $R(Q) = 80Q - 5Q^2$. Издержки: $C(Q) = 20Q + 10$.

Найти объем Q^* , максимизирующий прибыль.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Полезность потребителя: $U(x) = \ln(x) + 10x - x^2$.

Найти x , максимизирующий полезность.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Издержки хранения: $C(S) = \frac{100}{S} + 2S$.

Найти уровень S , минимизирующий издержки.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Спрос: $P(Q) = 100 - Q$. Найти уровень выпуска Q , максимизирующий выручку.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Функция прибыли фирмы: $\Pi(Q) = (120 - Q)Q - 2Q^2 - 30Q - 100$. Государство вводит налог $t=10$ на единицу продукции. Найти новый оптимальный выпуск Q .

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Издержки фирмы: $C(Q) = e^{0.1Q} + 5Q$.

Найти Q , минимизирующий средние издержки.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Спрос: $Q(P) = 100P^{-1.5}$. Найти цену P , максимизирующую выручку.

$$R(P) = P \cdot Q(P)$$

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Студент может:

- Учиться (польза для себя = 5, для родителей = 4).
- Отдыхать (польза для себя = 3, для родителей = 1).

Вопрос: Какие варианты Парето-оптимальны?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

В экономике обмена два потребителя (А, В) имеют функции полезности $U_A(x_A, y_A) = x_A y_A$, $U_B(x_B, y_B) = 2x_B + y_B$. Общие запасы благ: $\bar{X} = 12$, $\bar{Y} = 12$. Найдите Парето-оптимальное распределение, при котором потребитель А получает ровно 3 единицы блага Х ($x_A = 3$). Какое количество блага Y получит потребитель А (y_A) в этом распределении?

Поле для ответа _____.

Задания открытого типа

Высокий уровень сложности

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

В экономике обмена с двумя благами и двумя потребителями заданы функции полезности $U^A(x^A, y^A)$, $U^B(x^B, y^B)$ и начальные запасы (ω_x^A, ω_y^A) , (ω_x^B, ω_y^B) . Выведите соотношение предельных норм замены (MRS) из условий, определяющие Парето-оптимальное распределение $(\widehat{x^A}, \widehat{y^A})$, $(\widehat{x^B}, \widehat{y^B})$. Какую экономическую интерпретацию имеет это соотношение?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Исследователь анализирует функцию издержек фирмы $C(Q)$. Почему предположение о выпуклости $C(Q)$ по Q ($C''(Q) \geq 0$) экономически обоснованно для многих производственных процессов?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Доказать, что сумма выпуклых функций выпукла.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Является ли функция $f(x) = |x|$ выпуклой?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

При каких p функция $f(x) = x^p$ выпукла на $(0, +\infty)$?

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Доказать, что композиция выпуклой и неубывающей выпуклой функции выпукла.

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Показать, что функция $f(x, y) = x^2 + y^2$ выпукла на \mathbf{R}^2 .

Поле для ответа _____.

Задание

Инструкция: прочитайте задания и дайте развернутый ответ

Доказать, что линейная функция $f(x) = ax + b$ одновременно выпукла и вогнута.

Поле для ответа _____.

5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 5

Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соот.с Таблицей 1)	Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)
ПК-1	ИД.ПК-1.1. ИД.ПК-1.2. ИД.ПК-1.3. ИД.ПК-1.4.	домашнее задание (ДЗ), тест
ПК-5	ИД.ПК-5.1. ИД.ПК-5.2. ИД.ПК-5.3.	домашнее задание (ДЗ), тест

Таблица 6

Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций

Средства оценки (в соот. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Домашнее задание	Магистрант в ходе подготовки и выполнения домашнего задания по темам дисциплины, показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины: — Составляет программу исследований, выполняет намеченные этапы работы, представляет результаты исследований в соответствии с установленными требованиями с использованием современных средств, мультимедийных технологий и программных продуктов — Решает задачи аналитического характера, в том числе осуществляет выбор актуальных способов решения задач, проводит теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования
Тест	Магистрант в ходе подготовки и выполнения теста показывает способность совершать следующий набор профессиональных действий, получивший развитие в рамках данной дисциплины: — Составляет программу исследований, выполняет намеченные этапы работы, представляет результаты исследований в соответствии с установленными требованиями с использованием современных средств, мультимедийных технологий и программных продуктов — Решает задачи аналитического характера, в том числе осуществляет выбор актуальных способов решения задач, проводит теоретические обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования