

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Гаурский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Теория экстремальных задач Б1.В.ДВ.14

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Системное программирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кораблев А.И.

**Рецензент(ы):**

Андрианова А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 943418

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Кораблев А.И. кафедры анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Anatol.Korablev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Специальный курс охватывает следующие темы:

Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Обобщенная выпуклость. Субдифференциалы и субградиенты. Отделимость выпуклых множеств. Выпуклые многогранные множества. Конусы. Выпуклое программирование. Теоремы Куна-Таккера. Линейное программирование. Теория двойственности в линейном программировании.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина изучается на 3 курсе. в 5 семестре. Для изучения этой дисциплины студент должен знать математический анализ, алгебру и геометрию.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

роль и место оптимизации в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, теорию материал основных разделов выпуклого анализа, основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины.

2. должен уметь:

применять основные результаты теории и методов оптимизации к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики.

3. должен владеть:

основным математическим аппаратом решения оптимизационных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин;

обладать теоретическими знаниями по основным разделам выпуклого анализа, знать основные понятия и положения, лежащие в основе данной математической дисциплины;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять основные результаты теории экстремальных задач к решению различных прикладных проблем как при построении и обосновании различных методов оптимизации, так и при построении моделей математической экономики;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать полученные знания в процессе подготовки к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальностям 01.01.07 (вычислительная математика) и 01.01.09 (математическая кибернетика)

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 5 семестре; зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Примеры экономико-математических моделей. Безусловный минимум функции конечного числа переменных. Правило множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования.	5	1	0	0	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Выпуклые множества. Основные определения. Примеры. Простейшие свойства. Критерии выпуклости. Выпуклые оболочки. Крайние точки.	5	2	0	0	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Выпуклые конусы. Определения. Примеры. Простейшие свойства.	5	3	0	0	4	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Критерии выпуклости функций. Связь с выпуклыми множествами.	5	4	0	0	4	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Вариационное неравенство. Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям.	5	5-6	0	0	8	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Конусы возможных и релаксационных направлений.	5	7	0	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Экстремальные свойства выпуклых функций. Свойства задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Общие условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве в терминах конусов условно релаксационных направлений. Условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве первого порядка.	5	8-9	0	0	8	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Проекция точки на множество. Определения. Теорема существования и единственности. Критерии. Проектирование точки на простейшие множества.	5	10	0	0	4	Контрольная работа Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Определения. Теоремы существования. Примеры.	5	11	0	0	4	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Выпуклые многогранные множества. Определения. Примеры. Простейшие свойства. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении выпуклого многогранного множества.	5	12	0	0	4	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Конусы опорных векторов. Свойства. Правила вычисления конусов опорных векторов для множеств, определяемых системами выпуклых неравенств.	5	13	0	0	4	Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования. Ее свойства. Общие условия экстремума. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме. Теоремы Куна-Таккера для задач выпуклого программирования с линейными ограничениями.	5	14-15	0	0	8	Письменное домашнее задание
13.	Тема 13. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.	5	16-17	0	0	8	Письменное домашнее задание
14.	Тема 14. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Определение пары взаимосопряженных задач линейного программирования. Их свойства. Теорема двойственности.	5	18	0	0	4	Контрольная работа Письменное домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			0	0	72	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Примеры экономико-математических моделей. Безусловный минимум функции конечного числа переменных. Правило множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Примеры экономико-математических моделей. Безусловный минимум функции конечного числа переменных. Правило множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования.

**Тема 2. Выпуклые множества. Основные определения. Примеры. Простейшие свойства. Критерии выпуклости. Выпуклые оболочки. Крайние точки.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Выпуклые множества. Основные определения. Примеры. Простейшие свойства. Критерии выпуклости. Выпуклые оболочки. Крайние точки.

**Тема 3. Выпуклые конусы. Определения. Примеры. Простейшие свойства.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Выпуклые конусы. Определения. Примеры. Простейшие свойства.

**Тема 4. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Критерии выпуклости функций. Связь с выпуклыми множествами.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Критерии выпуклости функций. Связь с выпуклыми множествами.

**Тема 5. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Вариационное неравенство. Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям.**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Вариационное неравенство. Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям.

**Тема 6. Конусы возможных и релаксационных направлений.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Конусы возможных и релаксационных направлений.

**Тема 7. Экстремальные свойства выпуклых функций. Свойства задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Общие условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве в терминах конусов условно релаксационных направлений. Условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве первого порядка.**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Экстремальные свойства выпуклых функций. Свойства задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Общие условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве в терминах конусов условно релаксационных направлений. Условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве первого порядка.

**Тема 8. Проекция точки на множество. Определения. Теорема существования и единственности. Критерии. Проектирование точки на простейшие множества.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**



Проекция точки на множество. Определения. Теорема существования и единственности. Критерии. Проектирование точки на простейшие множества.

**Тема 9. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Определения. Теоремы существования. Примеры.**

*лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Определения. Теоремы существования. Примеры

**Тема 10. Выпуклые многогранные множества. Определения. Примеры. Простейшие свойства. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении выпуклого многогранного множества.**

*лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Выпуклые многогранные множества. Определения. Примеры. Простейшие свойства. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении выпуклого многогранного множества.

**Тема 11. Конусы опорных векторов. Свойства. Правила вычисления конусов опорных векторов для множеств, определяемых системами выпуклых неравенств.**

*лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Конусы опорных векторов. Свойства. Правила вычисления конусов опорных векторов для множеств, определяемых системами выпуклых неравенств.

**Тема 12. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования. Ее свойства. Общие условия экстремума. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме. Теоремы Куна-Таккера для задач выпуклого программирования с линейными ограничениями.**

*лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования. Ее свойства. Общие условия экстремума. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме. Теоремы Куна-Таккера для задач выпуклого программирования с линейными ограничениями.

**Тема 13. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.**

*лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Линейное программирование. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.

**Тема 14. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Определение пары взаимосопряженных задач линейного программирования. Их свойства. Теорема двойственности.**

*лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Элементы теории двойственности в линейном программировании. Определение пары взаимосопряженных задач линейного программирования. Их свойства. Теорема двойственности.

#### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Примеры экономико-математических моделей. Безусловный минимум функции конечного числа переменных. Правило множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования.	5	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Выпуклые множества. Основные определения. Примеры. Простейшие свойства. Критерии выпуклости. Выпуклые оболочки. Крайние точки.	5	2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Выпуклые конусы. Определения. Примеры. Простейшие свойства.	5	3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Критерии выпуклости функций. Связь с выпуклыми множествами.	5	4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
5.	Тема 5. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Вариационное неравенство. Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям.	5	5-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Конусы возможных и релаксационных направлений.	5	7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Экстремальные свойства выпуклых функций. Свойства задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Общие условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве в терминах конусов условно релаксационных направлений. Условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве первого порядка.	5	8-9	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Проекция точки на множество. Определения. Теорема существования и единственности. Критерии. Проектирование точки на простейшие множества.	5	10	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
9.	Тема 9. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Определения. Теоремы существования. Примеры.	5	11	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
10.	Тема 10. Выпуклые многогранные множества. Определения. Примеры. Простейшие свойства. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении выпуклого многогранного множества.	5	12	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Конусы опорных векторов. Свойства. Правила вычисления конусов опорных векторов для множеств, определяемых системами выпуклых неравенств.	5	13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
12.	Тема 12. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования. Ее свойства. Общие условия экстремума. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме. Теоремы Куна-Таккера для задач выпуклого программирования с линейными ограничениями.	5	14-15	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
13.	Тема 13. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.	5	16-17	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
14.	Тема 14. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Определение пары взаимосопряженных задач линейного программирования. Их свойства. Теорема двойственности.	5	18	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				72	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Аудиторные занятия со студентами по данной дисциплине проводятся в форме семинарских занятий. Кроме того, предусмотрены самостоятельная работа студентов и контрольные работы.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. Введение. История развития, роль и место теории экстремальных задач в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин. Примеры экономико-математических моделей. Безусловный минимум функции конечного числа переменных. Правило множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 2. Выпуклые множества. Основные определения. Примеры. Простейшие свойства. Критерии выпуклости. Выпуклые оболочки. Крайние точки.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 3. Выпуклые конусы. Определения. Примеры. Простейшие свойства.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 4. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Критерии выпуклости функций. Связь с выпуклыми множествами.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 5. Критерии выпуклости дифференцируемых функций. Вариационное неравенство. Дифференцируемость выпуклых функций по направлениям.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 6. Конусы возможных и релаксационных направлений.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 7. Экстремальные свойства выпуклых функций. Свойства задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Общие условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве в терминах конусов условно релаксационных направлений. Условия минимума выпуклой функции на выпуклом множестве первого порядка.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 8. Проекция точки на множество. Определения. Теорема существования и единственности. Критерии. Проектирование точки на простейшие множества.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

контрольная работа , примерные вопросы:

-подготовка к контрольной работе

**Тема 9. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Определения. Теоремы существования. Примеры.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 10. Выпуклые многогранные множества. Определения. Примеры. Простейшие свойства. Выпуклые многогранные конусы. Теорема о представлении выпуклого многогранного множества.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 11. Конусы опорных векторов. Свойства. Правила вычисления конусов опорных векторов для множеств, определяемых системами выпуклых неравенств.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 12. Выпуклое программирование. Задача выпуклого программирования. Ее свойства. Общие условия экстремума. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме. Теоремы Куна-Таккера для задач выпуклого программирования с линейными ограничениями.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 13. Линейное программирование. Задача линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

**Тема 14. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Определение пары взаимосопреженных задач линейного программирования. Их свойства. Теорема двойственности.**

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к лабораторным занятиям -доработка заданий, выполняемых на лабораторных занятиях

контрольная работа , примерные вопросы:

-подготовка к контрольной работе

**Итоговая форма контроля**

зачет

Примерные вопросы к зачету:

По данной дисциплине предусмотрено проведение зачета и контрольных работ. Примерные вопросы для зачета - Приложение 1. Примерные варианты контрольных работ по текущему контролю успеваемости - Приложение 2.

Варианты контрольных работ:

1. \_\_ Множество задано следующей системой неравенств: .

Является ли оно многогранным множеством?

Является ли оно многогранником?

Указать все грани множества (построить графическую иллюстрацию и вычислить координаты вершин и направляющих векторов неограниченных ребер).

2. Приведите пример целевой функции, задача максимизации которой не имеет решения на допустимом множестве, заданном системой неравенств из пункта 1.

3. Являются ли выпуклыми следующие множества:

а) множество действительных чисел из  $(0,1)$ ,

б) множество рациональных чисел из  $(0,1)$ ,

с) множество целых чисел из  $(0,1)$ .

4. Постройте множество направлений условно релаксационных в точке  $x$ , если  $x = (0, 0)$ .

Проиллюстрируйте построения графически.

Билеты к экзамену:

Билет 1 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Теорема о градиентном неравенстве для выпуклых функций.

2. Критерий оптимальности опорных решений задачи линейного программирования.

Билет 2 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Выпуклые множества. Определение и теоремы о пересечении и линейной комбинации выпуклых множеств.

2. Метод обратной матрицы.

Билет 3 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Выпуклые множества. Определение и теорема о замыкании выпуклого множества.

2. Двухфазный метод искусственного базиса.

Билет 4 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Выпуклые функции. Основные определения. Примеры. Операции над выпуклыми функциями.

2. Метод последовательного улучшения плана (предварительные результаты, теоремы 1 и 2).

Билет 6 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Конусы релаксационных направлений.

2. Опорные решения задач линейного программирования и их свойства, критерий оптимальности опорных решений.

Билет 7 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Теорема о локальном условном минимуме выпуклой функции.

2. Симплексный метод.

Билет 8 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Условие экстремума первого порядка для выпуклой функции на выпуклом множестве.

## 2. Градиентные методы безусловной минимизации. Теорема сходимости метода для выпуклых функций

Билет 9 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Проекция точки на множество.
2. Однофазный метод искусственного базиса.

Билет 10 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Теорема существования строго опорного вектора.
2. Задача линейного программирования. Основное свойство задачи линейного программирования.

Билет 11 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Опорные векторы и опорные гиперплоскости. Теорема существования опорного вектора.
2. Метод последовательного улучшения плана (предварительные результаты, теоремы 3 и 4).

Билет 12 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа.
2. Метод последовательного улучшения плана (общая схема), теорема о конечности метода.

Билет 13 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.
2. Градиентный метод безусловной минимизации. Общая теорема сходимости.

Билет 15 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Двойственная задача линейного программирования. Три теоремы о свойствах взаимосопреженных задач линейного программирования.
2. Метод проекции градиента. Общая теорема сходимости.

Билет 16 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Теорема двойственности.
2. Метод условного градиента.

Билет 17 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Опорные решения задачи линейного программирования (определения и теорема 1).
2. Конусы возможных направлений.

Билет 18 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Критерий условного экстремума выпуклой функции



в терминах конусов условно релаксационных направлений.

2. Метод обратной матрицы.

Билет 19 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Условие экстремума первого порядка для выпуклой функции на выпуклом множестве.
2. Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

Билет 20 ТЭЗ и МО 2013 - 14 уч.г.

1. Покоординатный метод безусловной минимизации.
2. Теорема Куна-Таккера в форме о седловой точке функции Лагранжа.

### 7.1. Основная литература:

1. Кашина, Ольга Андреевна. Методы оптимизации: учебное пособие / О. А. Кашина, А. И. Кораблев; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. ?; 21.  
Ч. 1: Элементы теории экстремальных задач. ?2008.83с.
2. Кашина О.А. Методы оптимизации.  
Часть II. Численные методы решения экстремальных задач [Текст] / О.А. Кашина, А.И. Кораблев: - Казань: 2009 [http://kek.ksu.ru/EOS/MO/L2\\_12/exe](http://kek.ksu.ru/EOS/MO/L2_12/exe)
3. Баранов, В.И. Экстремальные комбинаторные задачи и их приложения. [Электронный ресурс] : / В.И. Баранов, Б.С. Стечкин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2006. ? 238 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2721](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2721) ? Загл. с экрана.
4. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. - СПб.: Лань, 2011. - 352с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1552](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1552)
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - М.: Физматлит, 2011. - 384с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2330](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2330)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кашина О.А, Кораблев А.И. Электронный курс "Методы оптимизации", 2013 <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17260>
2. Курс методов оптимизации : учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров .? Издание 2-е .? Москва : Физматлит, 2005 .? 368 с. ; 22 .? (Классический университетский учебник / Ред. совет: пред. В. А. Садовничий [и др.] .? На авантит.: Посвящ. 250-летию Моск. ун-та .? Предм. указ.: с. 364-367 .? Библиогр.: с. 361-363 (65 назв.) .? ISBN 5-9221-0559-0.
3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 512 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460) ? Загл. с экрана.
4. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2, 700 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=350985>
5. Практикум по методам оптимизации: Практикум / Сдвижков О.А. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 231 с.: 60x90 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-9558-0372-2, 300 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=459517>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- <http://kek.ksu.ru/EOS/SGMP/index.html>
- сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/MO/index.html>
- сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/Simplex/index.htm>
- сайт - <http://kek.ksu.ru/kek2/os.php>
- сайт - <http://kek.ksu.ru/EOS/sim/index.html>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Теория экстремальных задач" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

лабораторные занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование .

Автор(ы):

Кораблев А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Андрианова А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.