

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

механико-математический факультет



**Рабочая программа дисциплины**

***Теория оптимизации***

Направление подготовки магистратуры  
***01.04.02 Прикладная математика и информатика***

Профиль подготовки  
***Математическое и информационное обеспечение  
экономической деятельности***

Квалификация (степень) выпускника  
***Магистр***

Форма обучения  
***очная***

Саратов  
2016

## **Цели освоения дисциплины**

Основная образовательная программа (ООП) «Теория оптимизации» реализуется Саратовским государственным Университетом на механико-математическом факультете по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Целями освоения дисциплины «Теория оптимизации» являются: освоение математических методов, используемых для моделирования экономических процессов; методов решения построенных математических моделей, изучение способов численной реализации алгоритмов решения математических моделей.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Теория оптимизации» относится к вариативной части ООП (Б1.В.Од. 3). Трудоемкость ООП составляет 144 часа (4 зачетных единицы). Логически и содержательно-методически курс «Теория оптимизации» наиболее тесно связан с блоком дисциплин, имеющих отношение к теории функций, численным методам, математической статистике.

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

Область профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу магистратуры, включает: академические, научно-исследовательские и ведомственные организации, связанные с решением научных и технических задач; научно-исследовательские и вычислительные центры; научно-производственные объединения; организации различных форм собственности, индустрии и бизнеса, осуществляющих разработку и использование информационных систем, научных достижений, продуктов и сервисов в сфере прикладной математики и информатики.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускника, обучающегося по ООП магистратуры «Современные проблемы численной оптимизации» являются: математическое моделирование, численные методы, оптимизация и оптимальное управление, математическое обеспечение экономической деятельности.

### **2.2. Виды профессиональной деятельности выпускника**

Видами профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу магистратуры «Современные проблемы численной оптимизации», являются: научно-исследовательская, проектная и производственно-технологическая.

### **2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен решать следующие задачи:

#### **научно-исследовательская деятельность:**

изучение новых научных результатов, литературы, научно-исследовательских проектов; участие в работе научных семинаров, конференций, симпозиумов;



1.	Методы решения задач выпуклого программирования	2	1-3	3	3	2	10	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание.
2.	Транспортная задача. Методы нахождения опорного плана	2	4-6	3	3	2	11	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание.
3.	Построение оптимального плана транспортной задачи	2	7-9	3	3	3	10	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание. Контрольная работа № 1
4.	Оптимальное управление	2	10-12	2	2	2	10	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание.
5.	Принцип максимума	2	13-15	2	2	2	11	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание.
6.	Численные методы решения задач оптимального управления	2	16-17	3	3	2	11	Решение задач на практических занятиях; домашнее задание. Контрольная работа № 2
	<b>За 2 семестр</b>	<b>2</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>63</b>	<b>Экзамен</b>

### Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Методы решения задач выпуклого программирования

Постановка задачи. Метод множителей Лагранжа. Численные методы решения задач выпуклого программирования: градиентный метод, метод условного градиента, метод проекции градиента, метод возможных направлений, метод штрафов.

#### Раздел 2. Методы решения транспортной задачи

Постановка транспортной задачи. Методы нахождения опорного плана:

метод северо-западного угла, метод Фогеля. Теорема о потенциалах. Метод потенциалов. Метод дифференциальных рент.

### **Раздел 3. Численные методы решения задач оптимального управления**

Постановки задач оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Численные алгоритмы решения задач оптимального управления: градиентный метод, метод условного градиента, метод линеаризации, метод возможных направлений.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

Основными видами образовательных технологий, применяемых при изучении дисциплины, являются лекции, практические занятия, контролируемая самостоятельная работа, самостоятельная работа.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально – психологического обучения в учебной и внеучебной деятельности;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности студентов;

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в области анализа сложных систем и обработки данных и в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 % аудиторных занятий

### **Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

*-для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 % аудиторных занятий

## **Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

*-для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями научных организаций и представителями различных научных школ

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

Самостоятельная работа студентов проводится с использованием конспектов лекций, материалов практических занятий, информационных технологий.

При изучении дисциплины «Теория оптимизации» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающихся:

- разбор теоретического материала по конспектам лекций и пособиям;
- самостоятельное изучение указанных теоретических вопросов, в частности, самостоятельное доказательство теорем (если уже известны аналогичные доказательства других теорем);
- решение задач по темам практических занятий;
- выполнение и проверка домашних заданий;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка зачету.

К основным учебно-методическим средствам обеспечения самостоятельной работы студентов относятся ресурсы научной библиотеки СГУ, электронные учебно-методические пособия, представленные на сайте СГУ и другие.

**Вопросы для самоконтроля знаний при подготовке студентов к занятиям, самостоятельному изучению курса, к промежуточной аттестации**

1. Правило множителей Лагранжа.
2. Теорема Куна-Таккера.
3. Градиентный метод. Теорема о сходимости метода.
4. Метод проекции градиента. Теорема о сходимости метода.
6. Метод условного градиента. Обоснование метода.
7. Метод штрафных функций.
8. Постановка транспортной задачи.
9. Методы нахождения опорного плана: северо-западного угла, метод Фогеля.
10. Теорема о потенциалах. Метод потенциалов.
11. Метод дифференциальных рент.
12. Постановки задач оптимального управления.



13. Теорема о принципе максимума Понтрягина для линейно-квадратичной задачи.
14. Теорема о градиенте функционала.
15. Метод условного градиента.
16. Метод линеаризации.
17. Метод возможных направлений.

### Пример контрольной работы

1. Решить задачу
 
$$x^2 + y^2 - xy - 3y \rightarrow \max$$

$$x + y \leq 4$$

$$x, y \geq 0$$

2. Найти оптимальный план транспортной задачи

	B1	B2	B3	B4	
A1	1	2	4	1	50
A2	2	3	1	5	30
A3	3	2	4	4	10
	30	30	20	10	

### Варианты самостоятельной работы студентов

#### 1. Определение оператора проектирования.

2. Построения численных алгоритмов задач выпуклого программирования.
3. Нахождение градиента функционалов задач оптимального управления.

### Вопросы к экзамену

1. Правило множителей Лагранжа.
2. Теорема Куна-Таккера.
3. Градиентный метод. Теорема о сходимости метода.
4. Метод проекции градиента. Теорема о сходимости метода.
6. Метод условного градиента. Обоснование метода.
7. Метод штрафных функций.
8. Постановка транспортной задачи.
9. Методы нахождения опорного плана: северо-западного угла, метод Фогеля.
10. Теорема о потенциалах. Метод потенциалов.
11. Метод дифференциальных рент.
12. Постановки задач оптимального управления.
13. Теорема о принципе максимума Понтрягина для линейно-квадратичной задачи.
14. Теорема о градиенте функционала.
15. Метод условного градиента.
16. Метод линеаризации.
17. Метод возможных направлений.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Баллы по соответствующим видам учебной деятельности заносятся в столбцы 2–7, для результатов промежуточной аттестации предусмотрен столбец 8.

Таблица 2. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	5	0	15	10	0	30	40	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 2 семестр

##### Лекции

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 5.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 80% – 3 балла;
- не менее 81% занятий – 5 баллов.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

##### Практические занятия

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 15.

Критерий оценки:

при освоении студентом практической части дисциплины на «отлично» – 15 баллов, «хорошо» – 10 баллов, «удовлетворительно» – 5 баллов; «неудовлетворительно» – 0 баллов.

##### Самостоятельная работа

Выполнение домашних заданий ; количество баллов – от 0 до 10.

Критерий оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом домашних заданий – 10 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 5 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрены.

### **Другие виды учебной деятельности**

Контрольная работа; количество баллов – от 0 до 30.

Контрольная работа № 1 – от 0 до 15 баллов;

Контрольная работа № 2 – от 0 до 15 баллов.

Критерий оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий контрольной работы – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 10 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации – экзамен; количество баллов – от 0 до 40 баллов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и два дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит три вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерий оценки ответа на каждый вопрос при проведении промежуточной аттестации:

- на вопрос дан правильный, полный, развернутый ответ (допускаются незначительные погрешности) – 8 баллов;
- на вопрос дан правильный, но неполный ответ (например, при доказательстве теоремы, изложении метода отсутствуют отдельные логические шаги; допущена ошибка при вычислении; имеются другие неточности) – 6-7 баллов;
- на вопрос дан краткий ответ, содержащий только верно сформулированные факты (допускаются незначительные погрешности) – 5 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине «Теория оптимизации» составляет 100 баллов.

Таблица 3. Таблица пересчета полученной студентом итоговой суммы баллов по дисциплине «Теория оптимизации» в оценку.

Итоговая сумма баллов	Оценка по дисциплине
0 – 10	неудовлетворительно

10 – 50	удовлетворительно
50-80	хорошо
80-100	отлично

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1. Основная литература

2. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. М.:Физматлит . 2005, 2007, 2008 , 2014.
3. Лесин В.В. Основы методов оптимизации. Москва, «Лань»:2011.-341.[ЭБС]

### 2. Дополнительная литература.

1. Васильев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. М.:Наука, 1981, 400с.
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1981, 544 с., 1968, 1989, 2004, 2006.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

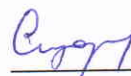
Учебная аудитория с наличием специализированной доски, проектора. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистратуры 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и профилю «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности».

Автор: доцент кафедры ТФиСА В.Р.Шебалдин

Программа разработана в 2014 году (одобрена на заседании кафедры теории функций и приближений от 29 августа 2014 года, протокол № 1).

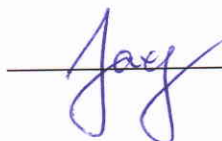
Программа актуализирована в 2016 году на заседании кафедры теории функций и стохастического анализа, протокол № 2 от 6 сентября 2016 г.

Зав. кафедрой ТФиСА



С. П. Сидоров

Декан механико-математического ф-та



А. М. Захаров