

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Казанский национальный исследовательский**  
**технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт (факультет) Институт компьютерных технологий и защиты информации  
Кафедра Динамики процессов и управления

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за ОП

 Р.Т. Сиразетдинов

« 31 » 08 2018 г.

Регистрационный номер 6010-36(ф) Пч

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
(модулю) или практике

**«Исследование операций и методы оптимизации»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.10**

Направление подготовки: **09.03.03 «Прикладная информатика»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Прикладная информатика в экономике**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **научно-исследовательская,**  
**проектная**

Заведующий кафедрой ДПУ Р.Т. Сиразетдинов

Разработчик: доцент кафедры ДПУ П.К. Семенов

Казань 2017 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине (модулю) или практике

**Исследование операций и методы оптимизации**

Содержание фонда оценочных средств (ФОС) соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», учебному плану направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

Разработанные ФОС обладают необходимой полнотой и являются актуальными для оценки компетенций, осваиваемых обучающимися при изучении дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Разработанные ФОС полностью соответствуют задачам будущей профессиональной деятельности обучающихся, установленных ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика». В составе ФОС присутствуют оценочные средства в виде тестовых заданий и контрольных вопросов различного уровня сложности, которые позволяют провести оценку порогового, продвинутого и превосходного уровней освоения компетенций по дисциплине.

ФОС обладают необходимой степенью приближенности к задачам будущей профессиональной деятельности обучающихся, связанным со способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования в профессиональной деятельности.

Существенные недостатки отсутствуют.

Закключение. Учебно-методическая комиссия делает вывод о том, что представленные материалы соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рассмотрено на заседании учебно-методической комиссии «31» августа 2017 г., протокол № 8.

Председатель УМК \_\_\_\_\_ Родионов В.В.



## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                                                                                                                                            | 4  |
| 1 Формы промежуточной аттестации по дисциплине                                                                                                                                                                      | 5  |
| 2 Оценочные средства для промежуточной аттестации                                                                                                                                                                   | 5  |
| 3 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования<br>в процессе освоения дисциплины                                                                                                                         | 5  |
| 4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций<br>на различных этапах их формирования, описания шкалы оценивания                                                                                         | 5  |
| 5 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания<br>знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,<br>характеризующих этапы формирования компетенций                                                | 7  |
| 6 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые<br>для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,<br>характеризующих этапы формирования компетенций<br>в процессе освоения дисциплины | 8  |
| Лист регистрации изменений и дополнений                                                                                                                                                                             | 19 |

## **Введение**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (ФОС ПА) «Исследование операций и методы оптимизации» – это комплект методических и контрольно-измерительных материалов, предназначенных для определения уровня сформированности компетенций, оценивания знаний, умений, владений на разных этапах освоения дисциплины для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

ФОС ПА является составной частью учебного и методического обеспечения программы бакалавриата по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

Задачи ФОС по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации»:

- оценка запланированных результатов освоения дисциплины обучающимися в процессе изучения дисциплины, в соответствии с разработанными и принятыми критериями по каждому виду контроля;
- контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формирования компетенций, определенных в ФГОС ВО по направлению подготовки

ФОС ПА по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» сформирован на основе следующих основных принципов оценивания:

- пригодности (валидности) (объекты оценки соответствуют поставленным целям обучения);
- надежности (использования единообразных стандартов и критериев для оценивания запланированных результатов);
- эффективности (соответствия результатов деятельности поставленным задачам).

ФОС ПА по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» разработан в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям поэтапного формирования соответствующих составляющих компетенций и включает тесты и типовые задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

## 1 Формы промежуточной аттестации по дисциплине

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» изучается в 5 и 6 семестрах при очной форме обучения и завершается промежуточной аттестацией в форме экзамена.

## 2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» при очной форме обучения.

Таблица 1

Оценочные средств для промежуточной аттестации

| № п/п | Семестр | Форма промежуточной аттестации | Оценочные средства |
|-------|---------|--------------------------------|--------------------|
| 1.    | 5       | зачет                          | ФОС ПА 1           |
| 2.    | 6       | экзамен                        | ФОС ПА 2           |

## 3 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Перечень компетенций и их составляющих, которые должны быть сформированы при изучении темы соответствующего раздела дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации», представлен в таблице 2.

Таблица 2

Перечень компетенций и этапы их формирования  
в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Этап формирования (семестр) | Наименование раздела                                     | Код формируемой компетенции (составляющей компетенции) |                            | Форма промежуточной аттестации |
|-------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1.    | 5                           | Задачи математического программирования                  | ПК-23                                                  | ПК-23 З, ПК-23 У; ПК-23 В; | Зачет                          |
| 2.    | 5                           | Основы линейного программирования                        | ПК-23                                                  | ПК-23 З, ПК-23 У, ПК-23 В; | Зачет                          |
| 3.    | 6                           | Дискретные задачи оптимизации                            | ПК-23                                                  | ПК-23 З, ПК-23 У; ПК-23 В; | Экзамен                        |
| 4.    | 6                           | Задачи оптимального управления и методы принятия решений | ПК-23                                                  | ПК-23 З, ПК-23 У, ПК-23 В; | Экзамен                        |

#### **4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкалы оценивания**

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на зачете, приведены в таблице 3.

Таблица 3

## Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на экзамене

| № п/п | Этап формирования (семестр) | Код формируемой компетенции (составляющей компетенции) |                   | Критерии оценивания  | Показатели оценивания<br>(планируемые результаты обучения)                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                             |                                                        |                   |                      | Пороговый уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Продвинутый уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Превосходный уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.    | 5                           | ПК-23                                                  | ПК-23 3, ПК-23 У; | Теоретические навыки | Знать основы методов оптимизации, методов и моделей исследования операций, применяемых в процессе при решении технических и социально-экономических задач. Уметь использовать основы методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач | Знать ряд методов оптимизации, методов и моделей исследования операций, применяемых при решении технических, а также при подготовке и принятия управленческих решений<br>Уметь использовать основы методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач, а также при подготовке и принятия управленческих решений | Знать методы оптимизации, методы и модели исследования операций, применяемые при решении технических задач, а также при подготовке и принятии управленческих решений с применением методов системного анализа и математического моделирования<br>Уметь использовать основы методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач, а также при подготовке и принятии управленческих решений с применением методов системного анализа и математического моделирования |

|    |   |       |                   |                      |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|---|-------|-------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | 5 | ПК-23 | ПК-23 В;          | Практические навыки  | Владеть основами методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач                                        | Владеть основами методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач, а также при подготовке и принятии управленческих решений                                               | Владеть основами методов оптимизации, применения методов и моделей исследования операций в процессе при решении технических задач, а также при подготовке и принятии управленческих решений с применением методов системного анализа и математического моделирования                                               |
| 3. | 6 | ПК-23 | ПК-23 З, ПК-23 У; | Теоретические навыки | Знать основные численные методы, используемые при решении различных задач. Уметь использовать знание основных численных методов при решении типовых вычислительных задач | Знать различные численные методы при решении различных задач вычислительной математики<br>Уметь использовать различные численные методы и проводить их качественный анализ эффективности при применении для решения задач различных типов | Знать различные численные методы при решении простых, структурированных и сложных задач вычислительной математики<br>Уметь проводить анализ различных численных методов и качественное и количественное сравнение при анализе их производительности или эффективности применения для решения задач различных типов |
| 4. | 6 | ПК-23 | ПК-23 В;          | Практические навыки  | Владеть навыками реализации основных численных методов в функционирующую компьютерную программу                                                                          | Владеть навыками реализации различных численных методов в функционирующую компьютерную программу                                                                                                                                          | Владеть навыками реализации различных численных методов в функционирующую компьютерную программу с учетом специфики решаемой задачи                                                                                                                                                                                |

Формирование оценки при промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины зависит от уровня освоения компетенций, которые обучающийся должен освоить по данной дисциплине. Связь между итоговой оценкой и уровнем освоения компетенций (шкала оценивания) представлена в таблице 4.

Таблица 4

Описание шкалы оценивания

| Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций | Выражение в баллах | Словесное выражение               |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Освоен превосходный уровень усвоения компетенций            | от 86 до 100       | Зачтено<br>Отлично                |
| Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций             | от 71 до 85        | Зачтено<br>Хорошо                 |
| Освоен пороговый уровень усвоения компетенций               | от 51 до 70        | Зачтено<br>Удовлетворительно      |
| Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций            | до 51              | Не зачтено<br>Неудовлетворительно |

## 5 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формирование оценки по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» приведено в таблице 5.

Таблица 5

Формирование оценки по итогам освоения дисциплины

| Наименование контрольного мероприятия                     | Рейтинговые показатели |               |                |                                  |                                             |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|---------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                           | I аттестация           | II аттестация | III аттестация | по результатам текущего контроля | по итогам промежуточной аттестации (зачета) |
| <b>Раздел 1</b> «Задачи математического программирования» | <b>24</b>              |               |                | <b>24</b>                        |                                             |
| Тест текущего контроля по разделу                         | 10                     |               |                | 10                               |                                             |
| Выполнение индивидуальных заданий для лабораторных работ  | 14                     |               |                | 14                               |                                             |
| <b>Раздел 2</b> «Основы линейного программирования»       |                        | <b>24</b>     |                | <b>24</b>                        |                                             |
| Тест текущего контроля по разделу                         |                        | 10            |                | 10                               |                                             |

|                                                                             |           |           |  |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|
| Выполнение индивидуальных заданий для лабораторных работ                    |           | 14        |  | 14        |           |
| Промежуточная аттестация (зачет):                                           |           |           |  |           | <b>52</b> |
| – тест промежуточной аттестации по дисциплине                               |           |           |  |           | 22        |
| – в письменной форме по билетам                                             |           |           |  |           | 30        |
| <b>Раздел 3 «Дискретные задачи оптимизации»</b>                             | <b>24</b> |           |  | <b>24</b> |           |
| Тест текущего контроля по разделу                                           | 10        |           |  | 10        |           |
| Выполнение практических работ индивидуальных заданий для лабораторных работ | 14        |           |  | 14        |           |
| <b>Раздел 4 «Задачи оптимального управления и методы принятия решений»</b>  |           | <b>24</b> |  | <b>24</b> |           |
| Тест текущего контроля по разделу                                           |           | 10        |  | 10        |           |
| Выполнение практических работ индивидуальных заданий для лабораторных работ |           | 14        |  | 14        |           |
| Промежуточная аттестация (экзамен):                                         |           |           |  |           | <b>52</b> |
| – тест промежуточной аттестации по дисциплине                               |           |           |  |           | 22        |
| – в письменной форме по билетам                                             |           |           |  |           | 30        |

**6 Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

#### ФОС ПА 1

##### Вопросы тестов

1. Рассмотрим функцию  $f(x) = 5 \cdot X^6 - 36 \cdot X^5 + (165/2) \cdot X^4 - 60 \cdot X^3 + 36$ .

Точка  $X=0$  является

- a) Точкой локального минимума;
- b) Точкой локального максимума;
- c) Точкой перегиба (седловой точкой);
- d) не является точкой, подозрительной на экстремум.

2. Рассмотрим функцию  $f(x) = 5x^6 - 36x^5 + (165/2)x^4 - 60x^3 + 36$ .  
Точка  $x=2$  является
- Точкой локального минимума;
  - Точкой локального максимума;
  - Точкой перегиба;
  - не является точкой, подозрительной на экстремум.
3. Найти точку глобального максимума функции  $f(x) = -x^3 + 3x^2 + 9x + 10$  на отрезке  $[-2, 4]$
- 2;
  - 1;
  - 0;
  - 3;
  - 4.
4. Выполнить один шаг минимизации функции  $f(x) = 2x^2 + 16/x$  методом квадратичной аппроксимации при  $x_1=1$ , при  $x_2=3$ , при  $x_3=5$
- 1.515;
  - 1.565;
  - 1.605.
5. Выполнить один шаг минимизации функции  $f(x) = 2x^2 + 16/x$  методом Ньютона-Рафсона при  $x_1=1$
- 1.22
  - 1.33
  - 1.44
6. Функция  $f(x) = 1/x^2 + 16$
- выпуклая функция;
  - вогнутая функция;
  - произвольная функция.
7. Исследовать функцию  $f(x, y) = 2x^2 + 4xy^3 - 10xy + y^2$ . В точке  $(0, 0)$  достигается
- Локальный минимум;

- b) Локальный максимум;
  - c) Седловая точка.
8. Интервалом неопределенности называется
- a) интервал, достоверно содержащий точку максимума (минимума) исследуемой функции.
  - b) произвольный интервал, длина которого точно неизвестна.
  - c) интервал, внутри которого содержатся все критические точки исследуемой функции
9. Минимум функции  $f=(x_1)^2+(x_2)^2$  при ограничении типа равенств  $x_1+x_2-1=0$
- a) (1,0);
  - b) (0.5,0.5)
  - c) (0,1).
10. Найти проекцию точки (1,1) на множество, определяемое ограничением типа равенств  $x_1+x_2-1=0$
- a) (1,0);
  - b) (0.5,0.5);
  - c) (0,1);
  - d) (1,1).
11. Графическим способом найти минимум  $z=40x_1+36x_2$  при ограничениях  $x_1 \leq 8, x_2 \leq 10, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, 5x_1+3x_2 \geq 45$
- a) (8,10);
  - b) (3,10);
  - c) (8,5/3).
12. Найти минимум функции  $f=x_1+x_2$  при ограничении  $(x_1)^2+(x_2)^2=1$  методом множителей Лагранжа
- a) (0,0);
  - b)  $(1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2})$ ;
  - c)  $(-1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2})$ ;

- d)  $(1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2})$ ;  
 e)  $(-1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2})$ ;
13. Найти минимум функции  $f(x)=1-x^2$  при ограничениях  $-1 \leq x \leq 3$
- a) -1  
 b) 3;  
 c) 1.
14. Найти производную по направлению функции  $f(x)=|x|$  в точке  $x=0$
- a) 1;  
 b) -1  
 c) 1 если направление  $>0$ , -1 если направление  $<0$ ;
15. Требуется ли вычисление градиента функции для реализации оптимизационной процедуры метода Деформированного многогранника?
- a) нет.  
 b) требуется в базовых точках.  
 c) требуется во временных вершинах.
16. Какое число вершин имеет правильный симплекс в пространстве, размерность которого равна 5?
- a) 5  
 b) 6  
 c) 7
17. Когда используются неградиентные методы оптимизации функций многих переменных
- a) когда неизвестно аналитическое выражение функции отклика, или ее производные не могут быть найдены.  
 б) если функция отклика строго выпукла или строго вогнута.

### Практические задания

1. Привести задачу линейного программирования к стандартной форме.  
 Найти максимум  $f= 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2$  при ограничениях  $-x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 4$ ,  $3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 14$ ,  $x_1 - x_2 \leq 3$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$

2. Найти максимум  $f = 3x_1 + 2x_2$  при ограничениях  $-x_1 + 2x_2 + x_3 = 4$ ,  
 $3x_1 + 2x_2 + x_4 = 14$ ,  $x_1 - x_2 + x_5 = 3$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ ,  $x_3 \geq 0$ ,  $x_4 \geq 0$ ,  $x_5 \geq 0$
3. Найти максимум  $z = 3x_1 + 2x_2$  при ограничениях  $-x_1 + 2x_2 - x_3 = 4$ ,  
 $3x_1 + 2x_2 - x_4 = 14$ ,  $x_1 - x_2 - x_5 = 3$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ ,  $x_3 \geq 0$ ,  $x_4 \geq 0$ ,  $x_5 \geq 0$
4. Решить задачу линейного программирования графическим способом.  
 Найти минимум  $z = 40x_1 + 36x_2$  при ограничениях  $x_1 \leq 8$ ,  $x_2 \leq 10$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  
 $x_2 \geq 0$ ,  $5x_1 + 3x_2 \geq 45$
5. Провести анализ функции  $f(x) = 1/x^2 + 16$
6. Найти минимум функции  $f = x_1 + x_2$  при ограничении  $(x_1)^2 + (x_2)^2 = 1$   
 методом множителей Лагранжа
7. Найти производную по направлению функции  $f(x) = |x|$  в точке  $x = 0$
8. Найти минимум функции  $f(x) = 1 - x^2$  при ограничениях  $-1 \leq x \leq 3$
9. Найти точку глобального максимума функции  $f(x) = -X^3 + 3X^2 + 9X + 10$  на отрезке  $[-2, 4]$
10. Исследовать функцию  $f(x, y) = 2x^2 + 4xy^3 - 10xy + y^2$ .

## ФОС ПА 2

### Вопросы тестов

1. Транспортная задача. Пусть имеются 3 поставщика с поставками (1000, 1500, 1200) и 3 потребителя с потребностями (1900, 1400, 400). Найти начальный план по методу Северо-Западного угла
  - a)  $\{\{600, 0, 400\}, \{1300, 200, 0\}, \{0, 1200, 0\}\}$ ;
  - b)  $\{\{1000, 0, 0\}, \{900, 600, 0\}, \{0, 800, 400\}\}$ .
2. При каких невязках  $\delta_{ij}$  транспортная задача является решенной
  - a)  $\delta_{ij} \leq 0$ ;
  - b)  $\delta_{ij} \leq 1$ ;
  - c)  $\delta_{ij} \geq 0$ .
3. При каком условии клетки матрицы перевозок транспортной задачи называются базисными?

- a)  $X_{i,j}=1$ ;
  - b)  $X_{i,j}=0$ ;
  - c)  $X_{i,j}\geq 0$ ;
4. Транспортная таблица содержит 5 строк и 7 столбцов. Суммарные объёмы груза по отправлению и получению равны. Тогда число базисных клеток в таблице равно.
- a) 12;
  - b) 11;
  - c) 10.
5. В любой сети величина максимального потока равна
- a) пропускной способности минимального разреза
  - b) пропускной способности максимального разреза
6. Метод динамического программирования основан на применениях
- a) Теоремы Тейлора;
  - b) Принципа Беллмана;
  - c) правила Крамера
7. В методе динамического программирования под управлением понимается
- a) совокупность решений, принимаемых на каждом этапе для влияния на ход развития процесса;
  - b) совокупность решений, принимаемых на первом этапе процесса;
  - c) совокупность решений, принимаемых на последнем этапе процесса.
8. В методе динамического программирования принцип оптимальности формализуется
- a) рекуррентными уравнениями;
  - b) уравнениями динамики средних;
  - c) квадратными уравнениями.
9. Уравнение Эйлера, к которому сводится задача отыскания экстремалей интегрального функционала с подынтегральной функцией, в общем случае является:

- a) обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка.
- b) обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка
- c) трансцендентным алгебраическим уравнением.

10. Что определяет условие трансверсальности.

a) условие существования экстремали у интегрального функционала, если ее граничная точка перемещается вдоль некоторой кривой.

b) определяет тип экстремали интегрального функционала.

c) это условие определяет, при каких обстоятельствах уравнение Эйлера становится алгебраическим уравнением

11. Выберите тип задачи оптимального управления с заданным видом критерия качества

$$\int_0^1 (x^2 + u^2) dt \rightarrow \text{extr}, \dot{x} = x + u, x(1) = 1.$$

- a) Задача Лагранжа
- b) Задача Майера
- c) Задача Больца

12. Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

- a) один из игроков имеет бесконечное число стратегий.
- b) оба игрока имеют бесконечно много стратегий.
- c) оба игрока имеют одно и то же число стратегий.
- d) оба игрока имеют конечное число стратегий.

13. Найти решение матричной игровой задачи в случае 3 стратегий для каждого из участников с платежной матрицей вида  $\{\{0,-1,-2\}, \{1,0,-1\}, \{2,1,0\}\}$

- a) (1,1);
- b) (3,3);
- c) (1,2);
- d) нет решения.

Практические задания

1. Решить задачу нахождения максимального потока в транспортной сети с помощью алгоритма Форда—Фалкерсона, и построить разрез сети S.

Исходные данные:

Дана сеть  $S(X, U)$

$x_0$  — исток сети;  $x_7$  — сток сети, где  $x_0 \in X$ ;  $x_7 \in X$ .

Значения пропускных способностей дуг  $r_{ij}$  заданы по направлению ориентации дуг: от индекса  $i$  к индексу  $j$ .

$$\begin{aligned} r[0,1] &= 39; r[4,7] = 44; r[6,3] = 33; r[5,7] = 53; r[0,2] = 10; \\ r[4,2] &= 18; r[6,7] = 95; r[5,4] = 16; r[0,3] = 23; r[2,5] = 61; \\ r[2,1] &= 81; r[6,5] = 71; r[1,4] = 25; r[2,6] = 15; r[3,2] = 20 \end{aligned}$$

|   |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 39 | 10 | 23 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 0 | 0  | 0  | 0  | 25 | 0  | 0  | 0  |
| 0 | 81 | 0  | 0  | 0  | 61 | 15 | 0  |
| 0 | 0  | 20 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 0 | 0  | 18 | 0  | 0  | 0  | 0  | 44 |
| 0 | 0  | 0  | 0  | 16 | 0  | 0  | 53 |
| 0 | 0  | 0  | 33 | 0  | 71 | 0  | 95 |
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

1. Методом динамического программирования найти оптимальное распределение ресурсов между 4 предприятиями

| $x$ | $f_1(x)$ | $f_2(x)$ | $f_3(x)$ | $f_4(x)$ |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| 0   | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 20  | 16       | 7        | 10       | 10       |
| 40  | 28       | 16       | 15       | 19       |
| 60  | 36       | 25       | 27       | 27       |
| 80  | 39       | 39       | 42       | 34       |
| 100 | 44       | 51       | 59       | 61       |

14. Решить простейшую задачу классического вариационного исчисления

$$\int_0^1 (\dot{x}^2 + 12x^2) dt \rightarrow \text{extr}, \quad x(0) = 0, \quad x(1) = 1.$$

Записать условия оптимальности задачи оптимального быстрогодействия

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + 1 \\ \dot{x}_2 = -x_1 + u, \end{cases} \quad |u| \leq 1, \quad x_1(t_1) = (t_1) = 0, \quad x_1(t_2) = 0, \quad x_2(t_2) = -4.$$

## Лист регистрации изменений и дополнений

| №<br>п/п | № страницы внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменения | Краткое содержание<br>изменений (основание) | Ф.И.О.,<br>подпись | «Согласовано» заве-<br>дующий кафедрой<br>ДПУ |
|----------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
|          |                                  |                            |                                             |                    |                                               |
|          |                                  |                            |                                             |                    |                                               |
|          |                                  |                            |                                             |                    |                                               |
|          |                                  |                            |                                             |                    |                                               |
|          |                                  |                            |                                             |                    |                                               |