

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:03:50  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 24 » мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

**27.03.03 Системный анализ и управление**

Направленности программы бакалавриата

**«Системный анализ и управление химической технологией»;**  
**«Системный анализ в информационных технологиях»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**  
Кафедра **системного анализа и информационных технологий**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент, к.т.н. Чумаков С.И.

Рабочая программа дисциплины «Математическое программирование» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий протокол от «28» 04 2021 № 7

Заведующий кафедрой

А.А. Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от «19» 05 2021 № 8

Председатель

доцент В.В.Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Системный анализ и управление»		Д.А. Краснобородько
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационно-справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение № 1.....	14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<ul style="list-style-type: none"><li>ПК-2</li></ul> Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	<b>ПК-2.2</b> Применение методов математического программирования для решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать (ЗН-1):</b> основные типы задач математического программирования методы решения различных задач математического программирования <b>Уметь (У-1):</b> построить математическую модель задачи выбрать оптимальный метод решения <b>Владеть (Н-1):</b> навыками постановки задач математического программирования навыками решения задач математического программирования с применением современной вычислительной техники

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.01) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Вычислительная математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математическое программирование» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении курсовых работ и проектов, а также выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>72</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (4)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>72</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	Расчётные задания-
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет, КР

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Постановка задач математического программирования	2	2		6	ПК-2	ПК-2.2
2.	Линейное программирование	8	14		22	ПК-2	ПК-2.2
3.	Нелинейное программирование	4	10		20	ПК-2	ПК-2.2
4.	Динамическое программирование	4	10		24	ПК-2	ПК-2.2

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Предмет математического программирования. Постановка задач. Классификация. Основные понятия. Примеры.	2	ПЛ, ЛВ
2	Линейное программирование. Каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования. Графический метод решения.	2	ЛВ
2	Основы симплекс-метода. Выпуклость задач линейного программирования. Свойства опорных планов	2	ЛВ
2	Симплексный метод решения задач линейного программирования.	2	ЛВ
2	Транспортная задача. Метод северо-западного угла. Метод наименьшей стоимости. Циклы и их свойства. Распределительный метод	2	ЛВ
3	Нелинейное программирование. Градиентные методы. Метод скорейшего спуска. Метод сопряжённых градиентов. Метод Ньютона.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Нелинейная задача с ограничениями. Возможные направления. Условие регулярности. Лемма Фаркаша. Условия Куна-Таккера. Методы внутренней точки.	2	ЛВ
4	Динамическое программирование. Общая постановка задачи. Принцип поэтапного построения оптимального плана управления.	2	ЛВ
4	Метод функциональных уравнений. Стохастические задачи динамического программирования.	2	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Постановка задач математического программирования. Построение математических моделей.	2		КтСм
2	Графический метод решения задач линейного программирования	4	1	КтСм
2	Решение задач линейного программирования симплексным методом	6	1	КтСм
2	Транспортная задача	4		КтСм
3	Нелинейное программирование. Градиентные методы.	5	1	КтСм
3	Метод множителей Лагранжа.	5		КтСм
4	Поэтапное построение оптимального плана управления	5	1	КтСм
4	Метод функциональных уравнений в динамическом программировании	5		КтСм

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

(не предусмотрены)

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Постановка задач математического программирования. - Целочисленное программирование	6	Устный опрос
2	Линейное программирование - Метод декомпозиции Данцига-Вулфа - Лексикографический симплекс-метод	22	Расчетное задание № 1
3	Нелинейное программирование - Метод Давидона-Флетчера-Пауэлла - Метод Флетчера-Ривса	20	Расчетное задание № 2
4	Динамическое программирование - Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети	24	Расчетное задание № 3

##### 4.4.1. Темы домашних заданий.

Варианты домашнего задания выдаются каждому студенту индивидуально из кафедрального банка вариантов.

Примеры вариантов домашнего задания.

- 1) Руководство фирмы предполагает инвестировать 1 000 000 рублей в три коммерческих проекта, экономический эффект от которых 1,5; 1,3 и 1,2 соответственно. В связи с большим риском в первый проект решено вкладывать не более половины средств, чем в остальные два, а соотношение капитала, вложенного во второй и третий проекты, не должно превышать 2:3. Составить модель задачи, при помощи которой можно распределить инвестиции в каждый проект для получения максимальной прибыли.
- 2) Нефтеперерабатывающий завод получает в месяц: 500 000 литров алкилата, 210 000 литров крекинг-бензина, 380 000 литров бензина прямой перегонки и 180 000 литров изопентана. В результате их смешивания в пропорциях 2:3:1:5, 2:4:3:4, 5:1:6:2 и 7:1:3:2 можно получить бензин четырех различных сортов. Цена его продажи – соответственно 27, 28, 30 и 25 рублей за литр. Предположив, что реализация любого сорта бензина не вызовет затруднений, построить модель, на основе которой можно решить задачу производства бензина разных сортов, максимизирующую суммарный доход.

##### 4.4.2. Темы расчётных заданий.

Варианты расчетных заданий выдаются каждому студенту индивидуально из кафедрального банка заданий.

Примеры расчетных заданий.

#### Расчётное задание № 1: “Задача линейного программирования”

- 1) Решить следующие задачи линейного программирования:

А) 
$$f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max,$$
$$3x_1 - 2x_2 \leq 6,$$



$$\begin{aligned}
 -x_1 + 2x_2 &\leq 4, \\
 3x_1 + 2x_2 &\leq 12, \\
 x_1 \geq 0, x_2 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

- графически.

Б)  $f(x) = 2x_1 - 6x_2 + 3x_5 \rightarrow \max,$

$$\begin{aligned}
 -2x_1 + x_2 + x_3 + x_5 &= 20, \\
 -x_1 - 2x_2 + x_4 + 3x_5 &= 24, \\
 3x_1 - x_2 - 12x_5 + x_6 &= 18, \\
 x_j &\geq 0 \quad (1 \leq j \leq 6).
 \end{aligned}$$

- симплекс-методом.

2) Решить следующие задачи линейного программирования:

А)  $f(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max,$

$$\begin{aligned}
 -x_1 + x_2 &\leq 2, \\
 4x_1 + 2x_2 &\leq 6, \\
 4x_1 - 3x_2 &\leq 6, \\
 x_1 \geq 0, x_2 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

- графически.

Б)  $f(x) = x_1 - 4x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \rightarrow \min,$

$$\begin{aligned}
 -2x_1 + x_2 + x_3 + x_5 &= 20, \\
 -x_1 - 2x_2 + x_4 + 3x_5 &= 24, \\
 3x_1 - x_2 - 12x_5 + x_6 &= 18, \\
 x_j &\geq 0 \quad (1 \leq j \leq 6).
 \end{aligned}$$

- симплекс-методом.

## Расчётное задание № 2: “Задача нелинейного программирования”

1) Выбрать метод и решить задачу нелинейного программирования:

$$\begin{aligned}
 f(x) = 11x_1 - 9x_2 + 13x_3 - (x_1)^2 - 1,5x_1x_2 - 2(x_2)^2 + 2x_2x_3 - (x_3)^2 &\rightarrow \max, \\
 3x_1 - 2x_2 + x_3 &\leq 18, \\
 -x_1 + 4x_2 + 3x_3 &\leq 16, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

2) Выбрать метод и решить задачу нелинейного программирования:

$$\begin{aligned}
 f(x) = 8x_1 - 9x_2 + 5(x_1)^2 + 2x_1x_2 + 0,5(x_2)^2 &\rightarrow \min, \\
 2x_1 + x_2 + x_3 &\leq 12, \\
 -x_1 + 2x_2 + x_3 &\leq 24, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

### Расчётное задание № 3: “Задача динамического программирования”

1) Определить оптимальные сроки замены оборудования в течение 12 лет, при которых прибыль от эксплуатации оборудования максимальна, если известны: начальная стоимость оборудования  $p = 10$  (млн. руб.);

$$f(t) - r(t) = \begin{cases} 10 - t, & 0 \leq t \leq 10 \\ 0, & t > 10 \end{cases},$$

где

$f(t)$  – стоимость (млн. руб.) продукции, производимой на оборудовании возраста  $t$  лет;

$r(t)$  — ежегодные затраты (млн. руб.) на эксплуатацию оборудования возраста  $t$  лет.

При этом принимается, что ликвидная стоимость оборудования  $\varphi(t) = 0$ .

2) Определить оптимальные сроки замены оборудования в течение 10 лет, при которых прибыль от эксплуатации оборудования максимальна, если известны:

$p = 12$  (млн. руб.) - начальная стоимость оборудования;

$f(t) = 30 - t$  - стоимость (млн. руб.) продукции, производимой на оборудовании возраста  $t$  лет;

$r(t) = 10 + 0,5t$  - ежегодные затраты (млн. руб.) на эксплуатацию оборудования возраста  $t$  лет;

$\varphi(t) = \begin{cases} 10, & 0 \leq t \leq 5 \\ 2, & 6 \leq t \leq 10 \end{cases}$  - ликвидная стоимость (млн. руб.) оборудования возраста  $t$  лет.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта и курсовой работы.

К сдаче зачёта допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачёт предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачёта, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

#### Вариант №1

1. Транспортная задача. Метод северо-западного угла.
2. Градиент и производная по направлению, их свойства. Необходимое

условие локального экстремума.

3. Решить задачу линейного программирования графическим методом.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

- 1 Лесин, В. В. Основы методов оптимизации: Учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 341 с.
- 2 Решение задач нелинейного программирования на основе градиентных методов с использованием системы компьютерной математики MathCAD: методические указания / В. А. Холоднов, Е. С. Боровинская, В. П. Андреева, В. И. Черемисин; СПбГТИ(ТУ). Ка ф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов. - СПб.: [б. и.], 2010. - 68 с.
- 3 Халимон, В. И. Модели принятия решений (транспортная задача): учебное пособие / В. И. Халимон, О. В. Проститенко, А. Ю. Рогов; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа и информ. технологий. - СПб.: [б. и.], 2017. - 56 с.
- 4 Решение задач нелинейного программирования на основе условий Куна - Таккера с использованием системы компьютерной математики MathCAD : методические указания / В. А. Холоднов, Е. С. Боровинская, М. Б. Суханов, А. В. Гайков ; СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. – СПб.: [б. и.], 2010. - 50 с.

### **б) электронные учебные издания:**

- 1 Халимон, В. И. Модели принятия решений (транспортная задача): учебное пособие / В. И. Халимон, О. В. Проститенко; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа и информ. технологий. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2017. - 56 с. (ЭБ).

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Математическое программирование» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;  
СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

- 1) Операционная система MS Windows 7.
- 2) Система MathCAD.

### **10.3. Базы данных и информационно-справочные системы.**

- 1) <http://eqworld.ipmnet.ru> – Мир математических уравнений
- 2) Exponenta.ru

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Учебные классы, оснащенные персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть, с выходом в Интернет, лекционные аудитории с мультимедийными проекторами.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования:

Аудитория 5 кафедры системного анализа - Персональные компьютеры (13 штук): системная плата Quanta 2AC5; двухъядерный процессор Intel Pentium CPU G630 @ 2.70 ГГц; оперативная память DDR3 2048 МБ; жесткий диск 466 ГБ Seagate ST3500413AS (SATA-III 6.0Gb/s); оптический диск hp DVD A DS8A5SH; видеокарта Intel(R) HD Graphics Family (785 МБ); монитор HP Omni / Pro (1600x900@60Hz); звуковая плата Realtek High Definition Audio; сетевой адаптер Realtek PCIe GBE Family Controller; Клавиатура HID Primax Electronics; HID-совместимая мышь Logitech; камера HP 0.3MP. Операционная система - Microsoft Windows 7 Профессиональная 32-bit SP1.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Математическое программирование»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.2 Применение методов математического программирования для решения задач профессиональной деятельности	Рассказывает постановку основных типов задач математического программирования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-3 к зачёту	Дает общую постановку задач математического программирования	Перечисляет типы задач математического программирования	Хорошо разбирается в особенностях задач математического программирования
	Строит математическую модель задачи (У-1)		Видит разницу математических моделей в разных задачах математического программирования	Оценивает сложность поставленной задачи	Может описать алгоритм по решению поставленной задачи
	Демонстрирует навыки постановки задач линейного математического программирования (Н-1)		С помощью наводящих вопросов ставит задачу математического программирования	Формулирует несложные задачи (в частности задачу распределения ресурсов и задачу о диете)	В совершенстве владеет постановкой и решением задач математического программирования
	Рассказывает основные методы решения линейных задач математического программирования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 4-14 к зачёту	Рассказывает постановку стандартной и канонической задачи линейного программирования (ЛП)	Дает определения выпуклых множеств, отмечает свойства выпуклых задач математического программирования	Отлично знает графический метод решения задач ЛП

	Правильно строит математическую модель задачи линейного программирования и выбирает оптимальный метод решения (У-1)		Выбирает метод решения простейших задач ЛП	Может находить решение поставленной задачи средней сложности	Может решать поставленные задачи предложенным методом
	Демонстрирует навыки решения задач линейного программирования, с применением современной вычислительной техники (Н-1)		Демонстрирует простейшие навыки решения задачи ЛП	Уверенно владеет решением задач ЛП	В совершенстве владеет методами решения задач ЛП и сделать выбор средств вычислений, организации вычислений с использованием современной вычислительной техники
	Рассказывает методы решения нелинейных задач математического программирования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 15-26 к зачёту	Записывает формулы для методов градиентного спуска	Хорошо ориентируется в особенностях методов решения задач нелинейного программирования (НЛП)	Без ошибок формулирует теоремы НЛП. Излагает методы Ньютона, метод внутренней точки, понятие функции штрафа
	Правильно строит математическую модель задачи нелинейного программирования и выбирает оптимальный метод решения (У-1)		Выбирает метод решения задачи НЛП	Уверенно решает задачи по данному разделу	Умеет применять различные методы решения и оценивать вычислительные сложности. Отвечает на дополнительные вопросы.



Демонстрирует навыки решения задач нелинейного программирования, с применением современной вычислительной техники (Н-1)		Показывает простейшие приемы решения задач НЛП	Уверенно объясняет методы решения задач НЛП.	В совершенстве демонстрирует свои знания при решении задач НЛП.
Рассказывает постановку и методы решения задач динамического программирования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 27-30 к зачёту	Рассказывает общее описание модели динамического программирования (ДП)	Формулирует принцип оптимальности в задаче ДП	Записывает и поясняет уравнения Беллмана Демонстрирует алгоритм решения задачи ДП
Правильно строит математическую модель задачи и выбирает оптимальный метод решения (У-1)		Объясняет найденное решение задачи ДП и проверяет правильность решения	Строит оптимальный путь	Отлично решает задачи ДП и отвечает на дополнительные вопросы.
Демонстрирует навыки решения задач динамического программирования, с применением современной вычислительной техники (Н-1)		Демонстрирует простейшие навыки решения задач ДП	Формулирует и решает задачи ДП	Формулирует и решает сложные задачи ДП

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено»

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

- 1) Предмет математического программирования. Общая постановка задачи математического программирования. Допустимый и оптимальный план.
- 2) Виды задач математического программирования.
- 3) Задача распределения ресурсов и задача о диете.
- 4) Общая постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая задачи.
- 5) Методы решения задач линейного программирования. Графический метод.
- 6) Выпуклые множества и функции. Выпуклость задач линейного программирования.
- 7) Свойства выпуклых задач математического программирования.
- 8) Вершины и опорные планы. Свойства вершин. Общая идея симплекс-метода.
- 9) Характеристики опорных планов канонической задачи.
- 10) Решение задачи линейного программирования симплекс-методом. Алгоритм.
- 11) Транспортная задача. Сведение открытой задачи к закрытой. Общая схема решения.
- 12) Транспортная задача. Метод северо-западного угла.
- 13) Транспортная задача. Метод наименьшей стоимости.
- 14) Циклы и их свойства. Решение транспортной задачи распределительным методом.
- 15) Градиент и производная по направлению, их свойства. Необходимое условие локального экстремума.
- 16) Свойства выпуклых множеств и выпуклых (вогнутых) функций.
- 17) Критерии вогнутости и выпуклости функций.
- 18) Задача НЛП без ограничений. Градиентные методы. Метод скорейшего спуска.
- 19) Задача НЛП без ограничений. Градиентные методы. Метод сопряжённых градиентов.
- 20) Задача НЛП без ограничений. Метод Ньютона.
- 21) Возможные направления для задачи НЛП, их связь с градиентом в оптимальной точке.
- 22) Ограничения, активные в точке. Условие регулярности и теорема об оптимальной точке.
- 23) Лемма Фаркаша и теорема Куна-Таккера.
- 24) Условия Куна-Таккера для общей задачи НЛП.
- 25) Достаточные условия второго порядка для общей задачи НЛП.
- 26) Методы внутренней точки. Понятие функции штрафа.
- 27) Общее описание модели динамического программирования. Постановка задачи.
- 28) Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.
- 29) Стохастические задачи динамического программирования. Постановка задачи.
- 30) Стохастические задачи динамического программирования. Алгоритм метода.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачёта, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Каждый билет, кроме двух теоретических (вопросы 1-44), содержит один вопрос, в котором предлагается описать алгоритм решения некоторой задачи (вопросы 45 - 56).

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **Темы курсовых работ**

- 1) Задача планирования производства
- 2) Метод ветвей и границ в задаче целочисленного программирования.
- 3) Динамическая модель задачи складирования.
- 4) Задача оптимизации распределения ресурсов
- 5) Задача о составлении оптимального маршрута
- 6) Задача о замене оборудования

- 7) Задача управления запасами
- 8) Транспортная задача

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб  
СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.