

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:

Директор  
А. В. Замятин

Оценочные материалы по дисциплине

Методы оптимизации

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Прикладная математика и инженерия цифровых проектов**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
Д.Д. Даммер

Председатель УМК  
С.П. Сущенко

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-2.1. Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.

ИУК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

ИУК-2.3. Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время.

ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.

ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.

ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.

ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.

ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.

ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля.

- контрольные работы;
- лабораторные работы.

При сдаче каждой контрольной работы и каждой лабораторной работы проверяются знания и умения по индикаторам всех компетенций дисциплины.

### Контрольная работа №1

1. Градиентные методы безусловной оптимизации.
2. Овражные методы безусловной оптимизации.
3. Одномерный поиск.

#### Пример билета

1. Для функции  $f(x) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 3)^2 + 10(x_1 - x_2 + 1)^2$  выполнить итерацию градиентного спуска из точки  $x[k] = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \end{bmatrix}$  с шагом  $t = 1/5$ .
2. Для функции  $f(x) = 10x_1^2 + 91x_2^2 - 6x_1x_2 + 6x_3^2 - 12x_3$  выполнить одну итерацию 2-го этапа 1-го овражного метода из точки  $x[k] = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}$  с параметрами  $\varepsilon_2 = 400$ ,  $t_2 = 0.01$ .
3. Выполнить шаг метода "золотого сечения" для функции  $f(x) = |2x + 1|$ , и отрезка  $[a_k, b_k] = [-1, 2]$  (положить  $\alpha = 0.6$ ).

### Контрольная работа №2

1. Графическое решение задачи линейного программирования.
2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.
3. Транспортная задача. Метод потенциалов.

#### Пример билета

1. Решить графически ЗЛП

$$L(X) = 3x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

$$-4x_1 + x_2 \leq -5$$

$$4x_1 + 3x_2 \leq 20$$

$$x_1 - 6x_2 \geq -7$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

2. ЗЛП привести к каноническому виду, получить первую С-Т для ЗЛП, выполнить итерацию симплекс-метода.
3. Сбалансировать ТЗ

|    | В1 | В2 | В3 | В4 | а  |
|----|----|----|----|----|----|
| А1 | 2  | 91 | 68 | 44 | 44 |
| А2 | 31 | 60 | 45 | 46 | 95 |
| А3 | 84 | 22 | 55 | 80 | 75 |
| б  | 1  | 15 | 4  | 90 |    |

найти опорный план перевозок методом минимального тарифа, выполнить итерацию метода потенциалов.

### Лабораторные работы

1. Градиентные методы безусловной оптимизации.
2. Овражные методы безусловной оптимизации.
3. Одномерный поиск.
4. Решение задачи линейного программирования.
5. Решение транспортной задачи.

Формирование оценки текущего контроля осуществляется по результатам сдачи 1) лабораторных работ 1–2, 2) выполнения контрольной работы №1. Оценка формируется по двухбалльной системе (аттестован/не аттестован). Оценка «аттестован» выставляется в случае зачёта не менее одной лабораторной работы и не менее двух зачётных задач при выполнении контрольной работы №1; в противном случае выставляется оценка «не аттестован».

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

#### **Вопросы к экзамену.**

1. Классификация задач оптимизации.
2. Формулировка и формы записи ЗЛП. Формулировка задачи использования ресурсов.
3. Формулировка и формы записи ЗЛП. Формулировка задачи о составлении рациона.
4. Формулировка и формы записи ЗЛП. Формулировка транспортной задачи.
5. Переход от одной формы записи ЗЛП к другой.
6. Геометрическая интерпретация ЗЛП.
7. Свойства решений ЗЛП (теоремы 1 — 3 о свойствах решений).
8. Идея симплекс-метода решения ЗЛП.
9. Формулировка симплекс-метода решения ЗЛП.
10. Метод искусственного базиса для нахождения первого опорного плана.
11. Двойственные ЗЛП. Определение, частные случаи, свойства задач и планов.
12. Взаимно-двойственные СЛАУ. Лемма о взаимно-двойственных системах.
13. Теорема двойственности для симметричных ЗЛП.
14. Устойчивость решения ЗЛП.
15. Транспортная задача. Формулировка, Теорема о разрешимости.
16. Метод потенциалов решения ТЗ.
17. Усложнённые ТЗ. ТЗ с запретами на перевозки. Теорема о разрешимости ТЗ с запретами.
18. Задача о назначениях.
19. Линейные задачи дискретного программирования. Идея методов отсечения. Теорема.
20. Правильное отсечение. Общая схема методов отсечения.
21. Первый алгоритм Гомори.
22. Метод ветвей и границ.
23. Классическая задача на условный экстремум. Минимаксные свойства функции Лагранжа.
24. Метод проектирования градиента.
25. Метод штрафных функций.

При ответах на вопросы на экзамене проверяются знания и умения по индикаторам всех компетенций дисциплины.

Формирование оценки для проведения промежуточной аттестации осуществляется по результатам сдачи 1) контрольных работ 1–2, 2) лабораторных работ 1–5, 3) письменных ответов на вопросы по лекционному материалу. Оценка определяется по четырёхбалльной системе («отлично» (5), «хорошо» (4), «удовлетворительно» (3) и «неудовлетворительно» (2)).

Механизм перевода оценки промежуточной аттестации в четырёхбалльную шкалу состоит в

- 1) вычислении средневзвешенного трёх следующих оценок (по шестибалльной шкале): а) оценки (в шкале от 0 до 5) за выполнение лабораторных работ по дисциплине, б) оценки (в шкале от 0 до 5) за выполнение контрольных работ по дисциплине, в) оценки

(в шкале от 0 до 5) за письменный ответ на вопросы экзамена, с весами  $4/9$ ,  $2/9$  и  $1/3$  соответственно, и

2) дальнейшем переводе оценки из шестибальной шкалы в четырёхбалльную методом округления по математическим правилам округления.

В случае, если при переводе оценки промежуточной аттестации в четырёхбалльную шкалу оценка оказалась равной 1 либо 0, оценка промежуточной аттестации полагается равной 2 ("неудовлетворительно").

Оценка (в шкале от 0 до 5) за выполнение лабораторных работ равна числу сданных до зачетной недели лабораторных работ.

Оценка (в шкале от 0 до 5) за выполнение контрольных работ равна числу зачтённых до начала сессии задач в двух контрольных работах без единицы (6 задач в двух контрольных работах, 0 зачтённых задач влечёт за собой оценку 0).

Оценка (в шкале от 0 до 5) за письменный ответ на вопросы экзаменационного билета выставляется преподавателем по следующим критериям: оценка "5" выставляется в случае, если студент полностью ответил на вопросы билета; оценка "4" выставляется в случае, если студент не полностью ответил на вопросы билета; оценка "3" выставляется в случае, если студент допустил пропуски в ответе на вопросы билета, не существенно влияющие на ответ, оценка "2" выставляется в случае, если студент допустил существенные пропуски в ответе на вопросы билета; оценка "1" выставляется в случае, если студент не проявил никаких знаний при ответе на вопросы билета; в случае неявки студента на экзамен выставляется оценка "0".

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

##### **Список вопросов для оценки остаточных знаний**

1. Классификация задач оптимизации.
2. Формулировка и формы записи ЗЛП.
3. Геометрическая интерпретация ЗЛП.
4. Формулировка транспортной задачи.
5. Формулировка задачи о назначениях.
6. Формулировка классической задачи на условный экстремум.
7. Идея градиентных методов безусловной оптимизации.
8. Понятие овражной функции многих переменных.
9. Понятие одномерного поиска для задачи минимизации функции.

Необходимо дать развёрнутый ответ на один из вопросов.

##### **Информация о разработчиках**

Шмырин Игорь Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной математики института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ.