

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А. В. Замятин

« 11 » 2021 г.



Фонд оценочных средств по дисциплине

Методы оптимизации

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

код и наименование направления подготовки

Математические методы в экономике

наименование профиля подготовки

ФОС составил:

канд. тех. наук,
доцент кафедры прикладной математики

 И.С. Шмырин

Рецензент:

канд. тех. наук, доцент,
доцент кафедры прикладной математики

 С.С. Катаева

Фонд оценочных средств одобрен на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН).

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05.

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор

 С.П. Сущенко

Фонд оценочных средств (ФОС) является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

| Компетенция | Индикатор компетенции | Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|
| | | | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам. | ОР-1.1.1. Обучающийся сможет находить и критически оценивать необходимую информацию относительно темы исследований в учебной литературе по задачам и методам оптимизации. | Уверенно находит и критически оценивает необходимую информацию относительно темы исследований в учебной литературе по задачам и методам оптимизации. | Не всегда уверенно находит и критически оценивает необходимую информацию относительно темы исследований в учебной литературе по задачам и методам оптимизации. | Неуверенно находит и критически оценивает необходимую информацию относительно темы исследований в учебной литературе по задачам и методам оптимизации. | Не может найти и критически оценить необходимую информацию относительно темы исследований в учебной литературе по задачам и методам оптимизации. |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|--|
| | <p>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.</p> | <p>ОР-1.3.1. Обучающийся сможет использовать основные понятия, концепции, принципы методов оптимизации для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p> | <p>Уверенно использует основные понятия, концепции, принципы методов оптимизации для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p> | <p>Не всегда уверенно использует основные понятия, концепции, принципы методов оптимизации для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p> | <p>Не уверенно использует основные понятия, концепции, принципы методов оптимизации для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p> | <p>Не использует основные понятия, концепции, принципы методов оптимизации для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p> |
| | <p>ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p> | <p>ОР-1.4.1. Обучающийся сможет определять необходимость применения тех или иных математических моделей и компьютерных технологий для решения оптимизационной задачи и применять их для решения практических задач.</p> | <p>Уверенно определяет необходимость применения тех или иных математических моделей и компьютерных технологий для решения оптимизационной задачи и применяет их для решения практических задач.</p> | <p>Не всегда уверенно определяет необходимость применения тех или иных математических моделей и компьютерных технологий для решения оптимизационной задачи и применяет их для решения практических задач.</p> | <p>Не уверенно определяет необходимость применения тех или иных математических моделей и компьютерных технологий для решения оптимизационной задачи и применяет их для решения практических задач.</p> | <p>Не определяет необходимость применения тех или иных математических моделей и компьютерных технологий для решения оптимизационной задачи и не применяет их для решения практических задач.</p> |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|
| <p>ОПК-3 – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> | <p>ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p> | <p>ОР-3.1.1. Обучающийся сможет применять современный математический аппарат для построения адекватных оптимизационных моделей реальных процессов, объектов и систем.</p> | <p>Уверенно применяет современный математический аппарат для построения адекватных оптимизационных моделей реальных процессов, объектов и систем.</p> | <p>Не всегда уверенно применяет современный математический аппарат для построения адекватных оптимизационных моделей реальных процессов, объектов и систем.</p> | <p>Не уверенно применяет современный математический аппарат для построения адекватных оптимизационных моделей реальных процессов, объектов и систем.</p> | <p>Не применяет современный математический аппарат для построения адекватных оптимизационных моделей реальных процессов, объектов и систем.</p> |
| | <p>ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p> | <p>ОР-3.2.1. Обучающийся сможет собирать и обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей оптимизационных задач.</p> | <p>Уверенно собирает и обрабатывает статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей оптимизационных задач.</p> | <p>Не всегда уверенно собирает и обрабатывает статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей оптимизационных задач.</p> | <p>Не уверенно собирает и обрабатывает статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей оптимизационных задач.</p> | <p>Не собирает и не обрабатывает статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей оптимизационных задач.</p> |

| | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|---|
| | ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели. | ОР-3.3.1. Обучающийся сможет модифицировать вид и характер математической модели оптимизационной задачи в процессе анализа полученных результатов. | Уверенно модифицирует вид и характер математической модели оптимизационной задачи в процессе анализа полученных результатов. | Не всегда уверенно модифицирует вид и характер математической модели оптимизационной задачи в процессе анализа полученных результатов. | Неуверенно модифицирует вид и характер математической модели оптимизационной задачи в процессе анализа полученных результатов. | Не модифицирует вид и характер математической модели оптимизационной задачи в процессе анализа полученных результатов. |
| 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. | ИУК-2.1. Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. | ОР-2.1.1. Обучающийся сможет вычленять и классифицировать оптимизационные задачи в совокупности взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы. | Уверенно вычленяет и классифицирует оптимизационные задачи в совокупности взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы. | Не всегда уверенно вычленяет и классифицирует оптимизационные задачи в совокупности взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы. | Неуверенно вычленяет и классифицирует оптимизационные задачи в совокупности взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы. | Не вычленяет и не классифицирует оптимизационные задачи в совокупности взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы. |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| | <p>ИУК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> | <p>ОР-2.2.1. Обучающийся сможет определять метод решения конкретной оптимизационной задачи проекта, исходя из условий задачи.</p> | <p>Уверенно определяет метод решения конкретной оптимизационной задачи проекта, исходя из условий задачи.</p> | <p>Не всегда уверенно определяет метод решения конкретной оптимизационной задачи проекта, исходя из условий задачи.</p> | <p>Неуверенно определяет метод решения конкретной оптимизационной задачи проекта, исходя из условий задачи.</p> | <p>Не определяет метод решения конкретной оптимизационной задачи проекта, исходя из условий задачи.</p> |
| | <p>ИУК-2.3. Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время.</p> | <p>ОР-2.3.1. Обучающийся сможет решать конкретные оптимизационные задачи за установленное время.</p> | <p>Уверенно решает конкретные оптимизационные задачи за установленное время.</p> | <p>Не всегда уверенно решает конкретные оптимизационные задачи за установленное время.</p> | <p>Неуверенно решает конкретные оптимизационные задачи за установленное время.</p> | <p>Не решает конкретные оптимизационные задачи за установленное время.</p> |

2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

| № | Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины) | Код и наименование результатов обучения | Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.) |
|----|---|---|--|
| 1. | Введение в методы оптимизации | ОР-1.1.1, ОР-1.3.1 | вопросы |
| 2. | Линейное программирование | ОР-1.3.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1, ОР-3.1.1 | вопросы, контрольная работа, лабораторные работы |
| 3. | Дискретное программирование | ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-3.1.1, ОР-3.2.1, ОР-3.3.1 | вопросы |
| 4. | Нелинейное программирование | ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-3.1.1, ОР-3.3.1 | вопросы |
| 5. | Безусловная минимизация функции многих переменных | ОР-1.4.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1., ОР-3.1.1, ОР-3.2.1, ОР-3.3.1 | вопросы, контрольная работа, лабораторные работы |
| 6. | Безусловная минимизация функции одной переменной | ОР-1.4.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1., ОР-3.1.1, ОР-3.2.1, ОР-3.3.1 | вопросы, контрольная работа, лабораторные работы |

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Задания:

- 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 $t = 1/5$.

- 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 $\varepsilon_2 = 400$, $t_2 = 0.01$.

- 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:

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

3. Получить первую С-Т для ЗЛП; выполнить две итерации симплекс-метода.

4. Сбалансировать транспортную задачу

| | B1 | B2 | B3 | B4 | Запасы |
|----|----|----|----|----|--------|
| A1 | 2 | 91 | 68 | 44 | 44 |

| | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|
| А2 | 31 | 60 | 45 | 46 | 95 |
| А3 | 84 | 22 | 55 | 80 | 75 |
| Потр. | 1 | 15 | 4 | 90 | |

5. Выполнить две итерации метода потенциалов решения транспортной задачи.

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

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".

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

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 шестибальной 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 зачётных до начала сессии задач в двух контрольных работах без единицы (6 задач в двух контрольных работах, 0 зачётных 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".