

Компонент ОПОП 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) Компьютерный анализ и интерпретация данных.
Data Science.

Б1.О.10

ШИФР дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины (модуля)

Методы оптимизации

Разработчик:

Золотов Олег Владимирович

ФИО

доцент

должность

канд. физ.-мат. наук

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
цифровых технологий, математики и экономики
протокол №13 от 29.06.2022г.

И.о. заведующего кафедрой ЦТМиЭ



Подпись

Мотина Т.Н.

ФИО

Мурманск

2022

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
<p>ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>ИД-1_{ОПК-1} Самостоятельно приобретает, развивает и применяет математические и естественнонаучные знания для решения нестандартных задач ИД-2_{ОПК-1} Самостоятельно приобретает, развивает и применяет социально-экономические знания для решения нестандартных задач ИД-3_{ОПК-1} Самостоятельно приобретает, развивает и применяет профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>математические, естественнонаучные и социально-экономические основы методов решения оптимизационных задач для использования в профессиональной деятельности; современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения оптимизационных задач.</p>	<p>применять методы оптимизации для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний; обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения оптимизационных задач.</p>	<p>методами решения оптимизационных задач, методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения оптимизационных задач.</p>	<p>- комплект заданий для выполнения лабораторных работ; - типовые задания по вариантам для выполнения расчетно-графической работы</p>	<p>Экзаменационные билеты Результаты текущего контроля</p>
<p>ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных</p>	<p>ИД-1_{ОПК-2} Понимает принципы и применяет методы разработки алгоритмов и программных средств ИД-2_{ОПК-2} Использует современные интеллектуальные технологии при разработке алгоритмов и программных средств ИД-3_{ОПК-2} Решает</p>					

х технологий, для решения профессиональных задач	профессиональные задачи путем разработки оригинальных алгоритмов и программных средств					
--	--	--	--	--	--	--

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично / 3</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо / 2</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно / 1</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно / 0</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.2 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Перечень тем расчетно-графической работы, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

В ФОС включен типовой вариант расчетно-графической работы.

Найти минимум целевой функции одной переменной

- методом оптимального пассивного поиска;
- методом оптимального пассивного поиска (модификация для четного числа узлов);

- методом пассивного поиска с предварительным («досрочным») остановом;

- методом пассивного поиска на сгущающейся сетке;

- методом половинного деления;

- методом дихотомии;

- методом Золотого сечения;

- методом Фибоначчи.

Определить начальный интервал неопределенности методом Свэнна (W. H. Swann).

Найти минимум целевой функции двух переменных:

- методом покоординатного спуска;

- методом градиентного спуска с постоянным шагом;

- методом наискорейшего градиентного спуска.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично / 52</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо / 51</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно / 50</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно / 0</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

Баллы	Критерии оценки
10	посещаемость 75 - 100 %
5	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена.

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

Список вопросов:

1. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Общая постановка задачи оптимизации.
2. Задачи безусловной одномерной оптимизации.
3. Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
4. Оценивание скорости сходимости метода (на примере методов отсечения / последовательного исключения интервалов).
5. Методы пассивного поиска. Метод оптимального пассивного поиска. Модификация метода оптимального пассивного поиска для четного числа пробных точек.
6. Модификации метода пассивного поиска «на сгущающихся сетках» и с «досрочным остановом».

7. Методы последовательного поиска. Метод половинного деления.
8. Методы последовательного поиска. Метод дихотомии.
9. Методы последовательного поиска. Метод тернарного (троичного) поиска.
10. Методы последовательного поиска. Метод золотого сечения.
11. Методы последовательного поиска. Метод Фибоначчи.
12. Определение начального интервала неопределенности, алгоритм Свенна (W. H. Swann).
13. Методы точечного оценивания. Методы полиномиальной интерполяции.
14. Метод параболической интерполяции (метод квадратичной интерполяции).
15. Метод Пауэлла.
16. Метод покоординатного спуска.
17. Градиентные методы. Метод градиентного спуска с постоянным шагом.
18. Метод наискорейшего градиентного спуска.
19. Оптимизация с ограничениями. Метод штрафов (штрафных функций).
20. Оптимизация с ограничениями. Метод барьерных функций.
21. Основы линейного программирования. Симплекс-метод
22. Транспортная задача.
23. Задача о назначениях.
24. Современные пакеты прикладных программ для решения оптимизационных задач (на примере Python3 / Jupyter Notebooks и библиотек NumPy и SciPy).

Список задач:

1. минимизировать заданную функцию одним из методов отсечения
2. минимизировать заданную функцию одним из методов точечного оценивания
3. найти начальный интервал неопределенности методом Свенна.
4. решить транспортную задачу

Типовой вариант экзаменационного билета:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
кафедра Цифровых технологий, математики и экономики
направление обучение 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Методы оптимизации

БИЛЕТ № 2

Вопрос 1

Общая структура методов тернарного поиска, половинного деления, дихотомии, золотого сечения и Фибоначчи.

Вопрос 2

Метод Пауэлла

Вопрос 3.

Задача.

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
<i>Отлично</i>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания (пример)
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: тестовые задания (в том числе тестовые задания открытой формы).

Комплект заданий диагностической работы

ОПК-1 <i>Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</i>	
1	<i>Какой из перечисленных методов НЕ является методом отсечения (интервала)</i> А. метод параболической аппроксимации Б. метод золотого сечения В. метод тернарного поиска Г. нет верного ответа
2	<i>Метод Пауэлла для квадратичной функции одной переменной сходится к решению</i> А. за 1 шаг Б. за конечное число шагов В. за бесконечное число шагов Г. нет верного ответа
3	<i>Метод барьерных функций применим для решения задач условной оптимизации, содержащих</i> А. ограничения типа равенства Б. ограничения типа неравенства В. ограничения обоих типов (и типа равенства, и типа неравенства) Г. нет верного ответа
4	<i>Метод квадратичной (параболической) аппроксимации относится к методам</i> А. нулевого порядка Б. первого порядка В. второго порядка Г. третьего порядка
5	<i>Метод градиентного спуска с постоянным шагом в процессе поиска минимума</i> А. использует постоянный шаг Б. осуществляет дробление шага по условию В. осуществляет безусловное дробление шага на каждой итерации Г. нет верного ответа
6	<i>Каким(и) типом(ами) сходимости обладают градиентные методы?</i> А. сходимость по аргументу (значениям аргумента) Б. сходимость по значениям функции В. сходимость по градиенту Г. сходимость по функционалу

7	<p><i>Метод штрафов применим для решения задач условной оптимизации, содержащих</i></p> <p>А. ограничения типа равенства Б. ограничения типа неравенства В. ограничения обоих типов (и типа равенства, и типа неравенства) Г. нет верного ответа</p>
8	<p><i>Метод наискорейшего градиентного спуска осуществляет поиск</i></p> <p>А. в направлении градиента Б. в направлении антиградиента В. в направлении ортов системы координат Г. нет верного ответа</p>
9	<p><i>Какой из перечисленных методов НЕ является методом точечного оценивания</i></p> <p>А. метод Фибоначчи Б. метод параболической интерполяции В. Метод наискорейшего градиентного спуска Г. нет верного ответа</p>
10	<p><i>Какой из перечисленных методов оптимизации не требует унимодальности целевой функции</i></p> <p>А. метод Фибоначчи Б. метод Золотого сечения В. метод пассивного поиска Г. нет верного ответа</p>
<p>ОПК-2 <i>Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</i></p>	
1	<p><i>Большинство реализаций алгоритмов оптимизации осуществляют поиск минимума целевой функции. Каким образом можно свести задачу поиска максимума к задаче поиска минимума целевой функции?</i></p> <p>Ответ: Задачу поиска максимума целевой функции $f(x)$ можно свести к задаче поиска минимума путем перехода от исходной целевой функции $f(x)$ к целевой функции $g(x) = -f(x)$.</p>
2	<p><i>Приведите оценку конечного интервала неопределенности для метода оптимального пассивного поиска (при нечетном числе пробных точек)</i></p> <p>Ответ: Для заданного числа N пробных точек длина конечного интервала неопределенности составит</p> $ \Delta_N = 2 \times \Delta_0 / (N + 1),$

	где $ \Delta_0 $ – длина начального интервала неопределенности.
3	<p>Для метода оптимального пассивного поиска (при нечетном числе пробных точек) приведите оценку достигнутой на последнем шаге точности решения.</p> <p>Ответ: Точность полученного приближения составит $\varepsilon = \Delta_N / 2 = \Delta_0 / (N + 1)$, где N – количество пробных точек, размещенных на начальном интервале неопределенности, Δ_N – длина конечного интервала неопределенности, Δ_0 – длина начального интервала неопределенности, ε – достигнутая точность решения.</p>
4	<p>Приведите оценку длины конечного интервала неопределенности (в зависимости от количества итераций) для метода половинного деления:</p> <p>Ответ: $\Delta_k = \Delta_0 /2^k$. где Δ_k - длина конечного интервала неопределенности (длина интервала неопределенности на k-ом шаге), Δ_0 - длина начального интервала неопределенности, k – количество итераций.</p>
5	<p>Приведите оценку длины конечного интервала неопределенности (в зависимости от количества итераций) для метода дихотомии. В приводимой оценке УЧЕСТЬ константу различимости:</p> <p>Ответ: $\Delta_k = \Delta_0 /2^k + 2\delta^* - 2^{-k+1}\delta^*$ где Δ_k - длина конечного интервала неопределенности (длина интервала неопределенности на k-ом шаге), $\delta^* = \delta / 2$, δ - константа различимости, Δ_0 - длина начального интервала неопределенности, k – количество итераций.</p> <p><i>Примечание:</i> Не является ошибкой приведение оценки с учетом подстановки $\delta^* = \delta / 2$ (а также с точностью до переобозначений): $\Delta_k = \Delta_0 /2^k + \delta - 2^{-k}\delta$</p>
6	<p>Приведите оценку скорости сходимости метода Золотого сечения.</p> <p>Ответ: Для определения скорости сходимости вычислим предел</p> $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{ \Delta_{k+1} }{ \Delta_k }.$ <p>Так как предел равен φ, то скорость сходимости метода золотого сечения линейная.</p>

	<p><i>Примечание:</i> Студент должен вычисление предела «расписать», используя формулы для длин интервалов неопределенности Δ_{k+1} и Δ_k.</p>
7	<p><i>Для чего требуется дополнительное исследование точки минимума, найденной при помощи градиентных методов?</i></p> <p>Ответ: Градиентные методы обеспечивают сходимость к стационарной точке, которая не обязательно является минимумом. Дополнительное исследование проводится для проверки, является ли найденная точка точкой минимума функции.</p>
8	<p><i>Привести общую постановку задачи поиска условного экстремума со смешанными ограничениями.</i></p> <p>Ответ: Даны дважды непрерывно дифференцируемые целевая функция $f(x) = f(x_1, \dots, x_n)$ и функции ограничений $g_j(x) = 0, j = 1, \dots, m; g_j(x) \leq 0, j = m + 1, \dots, p$, определяющие множество допустимых решений X. Требуется найти локальный минимум целевой функции на множестве X, т. е. такую точку $x^* \in X$, что</p> $f(x^*) = \min_{x \in X} f(x),$ <p>где</p> $X = \left\{ x \mid \begin{array}{l} g_j(x) = 0, \quad j = 1, \dots, m; \quad m < n \\ g_j(x) \leq 0, \quad j = m + 1, \dots, p \end{array} \right\}.$
9	<p><i>За какое количество итераций методом дихотомии будет найдено решение для строго унимодальной на интервале функции в следующем случае: начальный интервал неопределенности $[0 .. 1]$, требуемая точность $\varepsilon = 0.10$, константа различимости $\delta = 0.22$?</i></p> <p>Ответ: При указанных условиях заказанная точность не может быть достигнута (алгоритм будет выполняться «вечно»), так как $\varepsilon < \delta/2$.</p>

При оценивании тестовых заданий диагностической карты используются следующие критерии и шкала оценивания тестирования

Оценка/баллы	Критерии оценки
Отлично	90-100 % правильных ответов
Хорошо	70-89 % правильных ответов
Удовлетворительно	50-69 % правильных ответов
Неудовлетворительно	49% и меньше правильных ответов

Полученные баллы (за каждую компетенцию) равны целому (округленному до целого) проценту правильных ответов. Итоговый балл за выполнение диагностической работы равен сумме баллов, полученных за каждую компетенцию, умноженной на $1 / K$, где K – количество компетенций, проверяемых в диагностической работе.