

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

А.М. Сергеев
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«20» марта 2024 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

«20» марта 2024 г.
(подпись, дата)

Т.Н. Соловьева
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

«20» марта 2024 г, протокол № 4-23/24

Заведующий кафедрой № 44

Д.Т.Н., проф.
(уч. степень, звание)

«20» марта 2024 г.
(подпись, дата)

М.Б. Сергеев
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

«20» марта 2024 г.
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимизации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.04.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Системы с искусственным интеллектом
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Аннотация

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Системы с искусственным интеллектом». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»

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»

ОПК-2 «Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач непрерывной и дискретной оптимизации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области решения задач непрерывной и дискретной оптимизации.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3.2 знать цифровые инструменты, предназначенные для разработки проекта/решения задачи; методы и программные средства управления проектами
Общепрофессиональные компетенции	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	ОПК-1.3.1 знать математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности ОПК-1.У.1 уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ОПК-2.3.1 знать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач ОПК-2.3.2 знать методы разработки оригинальных алгоритмов и программных продуктов с использованием современных технологий ОПК-2.У.1 уметь обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать

		оригинальные программные средства для решения профессиональных задач ОПК-2.В.1 владеть навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Методология научного познания».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Архитектура параллельных вычислительных систем».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	6/ 216
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	182	182
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий. Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Аналитические методы оптимизации Тема 1.1. Аналитические методы безусловной оптимизации Тема 1.2. Аналитические методы условной оптимизации	6		7		82
Раздел 2. Численные методы оптимизации Тема 2.1. Численные методы одномерной безусловной оптимизации Тема 2.2. Численные методы многомерной безусловной оптимизации Тема 2.3. Численные методы условной оптимизации Тема 2.4. Численные методы глобальной оптимизации	11		10		100
Итого в семестре:	17		17		182
Итого	17	0	17	0	182

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p style="text-align: center;">Аналитические методы оптимизации</p> <p>Тема 1.1. Аналитическая оптимизация Постановка задачи оптимизации. Понятие глобального экстремума. Необходимое условие существования глобального экстремума. Необходимое и достаточное условие существования глобального экстремума. Теорема Вейерштрасса. Понятие локального экстремума. Необходимое условие локального экстремума. Лемма Ферма. Достаточное условие локального экстремума. Метод Ферма для поиска глобального экстремума.</p> <p>Тема 1.2. Аналитические методы условной оптимизации Постановка задачи условной оптимизации. Ограничения типа равенство. Необходимое условие экстремума. Теорема Лагранжа. Достаточное условие экстремума. Метод Лагранжа. Ограничения типа равенство и неравенство. Условия Каруша-Куна-Таккера.</p> <p>Тема 1.3. Линейное программирование Постановка задачи линейного программирования. Графическое решение задачи. Симплекс-метод.</p>

2	Численные методы оптимизации Тема 2.1. Численная одномерная оптимизация Постановка задачи численной оптимизации. Методы исключения интервалов. Аппроксимирующие методы. Тема 2.2. Численная многомерная оптимизация Метод Гаусса. Метод Розенброка. Метод Хука-Дживса. Метод Нелдера-Мида. Метод градиентного спуска. Метод Ньютона и квазиньютоновские методы. Тема 2.3. Численные методы глобальной оптимизации Постановка задачи глобальной оптимизации. Классификация методов глобальной оптимизации. Bee Algorithm. Генетические алгоритмы. Алгоритм Differential Evolution. Тема 2.4. Численные методы условной оптимизации Постановка задачи численной условной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций.
----------	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2				
1	Вводное занятие	1	1	1
2	Аналитическая одномерная оптимизация	4	4	1
3	Численная одномерная локальная оптимизация	4	4	2
4	Многомерная безусловная оптимизация	4	4	1,2
5	Численная глобальная оптимизация	4	4	2
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	70	70
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	32	32
Всего:	182	182

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
 Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
 Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
 Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6/.8 С 60	Соловьева, Т. Н. Аналитические методы оптимизации : учебное пособие / Т. Н. Соловьева, Д. В. Шинтяков ; СПб. : Изд-во ГУАП, 2023. - 98 с.	5
519.6 М 64	Мироновский, Л. А. Численные методы и оптимизация : учебное пособие / Л. А. Мироновский, Т. Н. Соловьева, Д. В. Шинтяков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 147 с.	19
519.6/.8 Г47	Гилл, Ф. Практическая оптимизация / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт; Ред.: А. А. Петров; Пер.: В. Ю. Лебедев. М. : Мир, 1985. 509 с.	29
519.86(075) М74	Моисеев, Н. Н. Методы оптимизации : [Учеб. пособие для вузов по	1

	спец."Прикладная математика"] / Н. Н. Моисеев, Ю. П. Иванюков, Е. М. Столярова. М. : Наука, 1978. 351 с.	
519.6/8 Б23	Банди, Б. Методы оптимизации : вводный курс / Б. Банди ; Пер.: О. В. Шихеева, В. А. Волынский. произв. изд. - М. : Радио и связь, 1988. 127 с.	17
519.6/.8 П 16	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. 4-е изд., испр. СПб. : Лань, 2015. 511 с.	5
513 Ш 66	Шклярский, Д. О. Геометрические неравенства и задачи на максимум и минимум / Д. О. Шклярский, Н. Н. Ченцов, И. М. Яглом. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970. - 335 с.	1

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://caam37830.github.io/book	Nelson B. Scientific Computing with Python
https://www.yuripetrov.ru/edu/python/	Петров Ю. И. Программирование на языке высокого уровня
https://www.tutorialspoint.com/python	Python tutorial

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Вычислительная лаборатория	52-07, 52-09

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Понятия глобального и локального экстремума. Условия существования глобального экстремума (теорема Вейерштрасса)	УК-2.3.2
2	Необходимое (лемма Ферма) и достаточное условие локального экстремума	УК-2.3.2
3	Понятия градиента, матрицы Гессе и их применение для решения задач оптимизации	УК-2.3.2
4	Исключение интервалов и его применение для решения задач оптимизации	ОПК-1.3.1
5	Аппроксимация и ее применение для решения задач оптимизации	ОПК-1.3.1
6	Понятия условной и безусловной оптимизации. Необходимое условие экстремума для задачи с ограничениями типа равенство (теорема Лагранжа)	ОПК-1.3.1
7	Понятие условной и безусловной оптимизации. Необходимое условие экстремума для задачи с ограничениями типа равенство и неравенство (условия Каруша-Куна-Таккера)	ОПК-2.3.2
8	Задача линейного программирования и особенности ее решения. Каноническая форма задачи и переход к ней	ОПК-2.3.1
9	Метод Ферма	ОПК-2.В.1
10	Метод золотого сечения	ОПК-2.В.1
11	Метод парабол	ОПК-2.В.1
12	Метод Ньютона и квазиньютоновские методы (основная идея)	ОПК-2.В.1
13	Метод покоординатного спуска	ОПК-2.В.1
14	Метод штрафных функций.	ОПК-2.В.1

15	Simple Genetic Algorithm (SGA)	ОПК-2.В.1
16	Симплекс-метод для задач линейного программирования	ОПК-2.В.1
17	Найдите экстремум заданной функции методом Ферма и определите его вид (максимум или минимум)	ОПК-1.У.1
18	Дан график целевой функции. Выполните графически четыре итерации метода дихотомии для поиска минимума на заданном интервале	ОПК-1.У.1
19	Дана график линий уровня целевой функции. Выполните графически три итерации метода градиентного спуска для поиска минимума из заданной начальной точки	ОПК-1.У.1
20	Дан график линий уровня целевой функции. Выполните графически три итерации метода Нелдера-Мида для поиска минимума из заданных начальных точек	ОПК-1.У.1
21	Дан график целевой функции. Выполните графически две итерации пчелиного алгоритма (Bee Algorithm) для поиска минимума. Параметры алгоритма выберите произвольно	ОПК-2.У.1
22	Найдите критическую точку заданной целевой функции при заданном ограничении методом Лагранжа	ОПК-2.У.1
23	Найдите критическую точку заданной целевой функции при заданном ограничении, используя условия Каруша-Куна-Таккера	ОПК-2.У.1
24	Дана задача линейного программирования. Найдите решение графически	ОПК-2.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Задание с выбором одного верного ответа из четырех предложенных <i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</i> Укажите библиотеку языка Python, применяемую для численного поиска экстремумов непрерывных функций. а) OpenCV; б) Scipy; в) Scrapy; г) Pillow.	УК-2.3.2
2	Задание с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных <i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите несколько правильных ответов.</i> Укажите методы и/или алгоритмы, применяемые для решения	УК-2.3.2

	<p>многоэкстремальных задач.</p> <p>a) Метод золотого сечения.</p> <p>b) Симплекс-метод линейного программирования.</p> <p>c) Генетические алгоритмы.</p> <p>d) Алгоритм пчел (Bee algorithm).</p>	
3	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</i></p> <p>Сопоставьте задачи и методы их решения.</p> <p><i>К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.</i></p> <p>1) Задача одномерной безусловной оптимизации</p> <p>2) Задача многомерной безусловной оптимизации</p> <p>3) Задача условной оптимизации с ограничениями типа равенство</p> <p>4) Задача условной оптимизации с ограничениями типа неравенство</p> <p>A) Метод барьерных функций</p> <p>B) Метод покоординатного спуска</p> <p>C) Метод Лагранжа</p> <p>D) Метод золотого сечения</p>	УК-2.3.2
4	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и установите верную последовательность.</i></p> <p>Требуется упорядочить методы оптимизации по возрастанию применяемого в них порядка производной целевой функции. Для аналитических методов – с учетом определения типа экстремума.</p> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</i></p> <p>A) Метод Ньютона</p> <p>B) Метод Ферма</p> <p>C) Метод BFGS</p> <p>D) Метод Нелдера-Мида</p>	УК-2.3.2
5	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</i></p> <p>Известно, что решение задачи линейного программирования сводится к перебору вершин многогранника допустимых решений. Опишите алгоритм перебора вершин, реализуемый в симплекс-методе.</p>	УК-2.3.2
6	<p>Задание с выбором одного верного ответа из четырех предложенных</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</i></p> <p>Укажите класс задач, для решения которых применяется симплекс-метод.</p> <p>a) задачи нелинейного программирования</p> <p>b) задачи выпуклого программирования</p> <p>c) задачи линейного программирования</p> <p>d) задачи глобальной оптимизации</p>	ОПК-1.3.1

7	<p>Задание с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных <i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите несколько правильных ответов.</i> Укажите методы оптимизации нулевого порядка. а) метод Ньютона б) метод Фибоначчи с) метод Нлдера-Мида d) метод DFP</p>	ОПК-1.3.1
8	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия <i>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</i> Сопоставьте каждому методу соответствующий ему класс оптимизационных задач. <i>К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.</i></p> <p>1) Метод штрафных функций 2) Метод Нелдера-Мида 3) Метод Ферма 4) Метод золотого сечения</p> <p>A) Задачи численной безусловной одномерной оптимизации B) Задачи аналитической оптимизации C) Задачи численной условной оптимизации D) Задачи численной безусловной многомерной оптимизации</p>	ОПК-1.3.1
9	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности <i>Инструкция: Прочитайте текст и установите верную последовательность.</i> Укажите последовательность действий, выполняемую на каждой итерации метода Нелдера-Мида. <i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</i></p> <p>A) При необходимости – растяжение / сжатие симплекса B) Отражение симплекса C) Сортировка вершин симплекса D) При необходимости – глобальное сжатие симплекса</p>	ОПК-1.У.1
10	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом <i>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</i> Укажите, на каком множестве точек целевой функции, согласно методу Ферма, могут лежать точки экстремума. Ответ обоснуйте.</p>	ОПК-1.У.1
11	<p>Задание с выбором одного верного ответа из четырех предложенных <i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</i> Укажите онлайн-средство, применяемое для численного и аналитического решения математических задач, в том числе – задач оптимизации а) WolframGamma б) WolframAlpha с) TitaniumAlpha d) TitaniumBeta</p>	ОПК-2.3.1

12	<p>Задание с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных <i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите несколько правильных ответов.</i> Укажите составляющие эволюции, реализуемые в классических генетических алгоритмах. а) Мутация. б) Скрещивание. в) Редукция. г) Отбор.</p>	ОПК-2.3.2
13	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия <i>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</i> Сопоставьте каждой функции языка Python выполняемое ей действие. <i>К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.</i></p> <p>1) solve 2) diff 3) minimize 4) eval</p> <p>A) вычисление выражения B) поиск минимума C) вычисление производной D) решение системы уравнений</p>	ОПК-2.3.2
14	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности <i>Инструкция: Прочитайте текст и установите верную последовательность.</i> Требуется упорядочить оптимизации методы по возрастанию сложности их реализации без использования библиотек. <i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</i></p> <p>A) Метод золотого сечения B) Метод штрафных функций C) Метод покоординатного спуска D) Метод Розенброка</p>	ОПК-2.У.1
15	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом <i>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</i> На языке Python напишите функцию, выполняющую поиск минимума методом дихотомии. Входные данные: целевая функция, левая граница интервала поиска, правая граница интервала поиска, точность. Выходные данные: абсцисса точки минимума.</p>	ОПК-2.В.1

Ключи правильных ответов на тесты размещены в Приложении 1 к РПД и находятся у специалистов по УМР кафедры 41, заместителя заведующего кафедрой и руководителя образовательной программы.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
5	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- постановка задачи;
- описание методов и алгоритмов, применяемых для ее решения;
- демонстрация примеров;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Публикуются в личном кабинете: <https://pro.guap.ru>

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Публикуются в личном кабинете: <https://pro.guap.ru>

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Публикуются в личном кабинете: <https://pro.guap.ru>

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает в себя учет качества выполнения работ. При проведении промежуточной аттестации оценка результатов обучения по дисциплине в равных долях учитывает результаты зачета и текущего контроля.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой