

Факультет информатики, математики и экономики



А.В. Фомина

«13» февраля 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.О.30 Методы оптимизации**

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2020

Новокузнецк 2020

Лист внесения изменений
в РПД Б1.О.30 Методы оптимизации

Сведения об утверждении:

на 2020 - 2021 учебный год

утверждена Ученым советом факультета информатики, математики и экономики
(протокол Ученого совета факультета № 8 от 13.02.2020)

Одобрена на заседании методической комиссии факультета *информатики, математики и экономики*

протокол методической комиссии факультета № 6 от 06.02.2020)

Одобрена на заседании кафедры *математики, физики и математического моделирования*

протокол № 6 от 17.01.2020 г.

/ Е.В. Решетникова
(Ф. И.О. зав. кафедрой)



Оглавление

1 Цель дисциплины	4
1.1 Формируемые компетенции	4
1.2 Индикаторы достижения компетенций	4
1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине	4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.	5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины	5
3.1 Учебно-тематический план	5
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы	5
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.	6
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины	7
5.1 Учебная литература	7
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины	8
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
6 Иные сведения и (или) материалы	8
6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации	8

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): *ОПК-2*.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1 и 2.

1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции (универсальная, общепрофессиональная, профессиональная)	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
общепрофессиональная	Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	<i>ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</i>

1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	2.1 Анализирует и адаптирует математические методы для решения прикладных задач 2.2 Разрабатывает алгоритмы на основе современных математических методов 2.3 Реализует алгоритмы с использованием современных систем программирования	Б1.О.16 Численные методы Б1.О.22 Языки и методы программирования Б1.О.30 Методы оптимизации Б2.О.02(У) Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Б2.О.04(П) Производственная практика. Научно-исследовательская работа

1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	2.1 Анализирует и адаптирует математические методы для решения прикладных задач	Знать: – Современные математические методы оптимизации. Уметь: – Анализировать оптимизационные методы и подбирать подходящие для решения прикладных задач; – на основе анализа результатов решения корректно сформулировать математически точный результат; – применять математические методы в исследовательской и прикладной деятельности, Владеть:

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
		– навыками применения методов оптимизации для решения профессиональных задач.

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 4 – Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоёмкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ОФО
1 Общая трудоёмкость дисциплины	180
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54
Аудиторная работа (всего):	54
в том числе:	
лекции	18
практические занятия, семинары	36
Внеаудиторная работа (всего):	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	90
4 Промежуточная аттестация обучающегося - экзамен (6 семестр)	36

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 5 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО		СРС	
			Аудиторн. занятия			
			лекц.	практ.		
Семестр 6						
1	Введение в оптимизацию. Основные понятия и определения.	30	4	8	18	
2	Методы решения задач безусловной одномерной оптимизации.	46	6	12	28	домашняя контрольная работа 1-3
3	Методы безусловной многомерной оптимизации.	46	6	12	28	домашняя контрольная работа 4-6
4	Практические приложения методов оптимизации.	22	2	4	16	
	Промежуточная аттестация	36				экзамен
	Всего:	180	18	36	90	36

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	Семестр 6	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1	Введение в оптимизацию.	Задачи оптимизации. Цель и критерии оптимизации. Виды

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	Основные понятия и определения..	критериев и их свойства. Оптимальное решение. Поверхность отклика. Допустимая область. Анализ области экстремума. Выпуклые модели оптимизации. Процесс нахождения оптимального решения. Начальное приближение. Методы оценки точности решения. Этапы решения задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Типовые постановки задач, их геометрическая интерпретация и методы решения.
2	Методы решения задач безусловной одномерной оптимизации.	Постановка задачи и ее анализ. Необходимые и достаточные условия экстремума. Классификация численных методов. Поисковые методы одномерной оптимизации. Реализация этапа установки границ интервала. Численные методы: сканирования, локализации оптимума, Фибоначчи, обратного переменного шага, Пауэлла. Одномерные методы оптимизации с использованием производных: средней точки, кубической аппроксимации. Сравнение характеристик одномерных методов оптимизации.
3	Методы безусловной многомерной оптимизации.	Постановка задачи и ее анализ. Необходимые и достаточные условия экстремума. Классификация численных методов. Поисковые методы многомерной оптимизации: сканирования, локализации оптимума, поочередного изменения переменных, Гаусса-Зейделя, Хука и Дживса, Розенброка, симплекс-метод, Нелдера-Мида. Многомерные методы оптимизации с использованием производных. Методы случайного поиска: ненаправленный случайный поиск, метод случайных направлений. Методы получения случайных точек и векторов. Сравнительный анализ многомерных методов оптимизации.
4	Практические приложения методов оптимизации.	Классификация задач и объектов. Задачи оптимизации при идентификации объектов и планировании эксперимента. Техничко-экономические задачи. Оптимальное проектирование, планирование и анализ функционирования объекта. Задачи о рациональной загрузке оборудования, раскрое материалов, составлении расписаний.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	Введение в оптимизацию. Основные понятия и определения.	Решение типовых задач, их геометрическая интерпретация и оценка точности решения.
2	Методы решения задач безусловной одномерной оптимизации.	Решение задач численными методами: сканирования, локализации оптимума, Фибоначчи, обратного переменного шага, Пауэлла.
3	Методы безусловной многомерной оптимизации.	Методы многомерной оптимизации: сканирования, локализации оптимума, поочередного изменения переменных, Гаусса-Зейделя, Хука и Дживса, Розенброка, симплекс-метод, Нелдера-Мида. Методы случайного поиска: ненаправленный случайный поиск, метод случайных направлений. Сравнительный анализ многомерных методов оптимизации.
	Практические приложения методов оптимизации.	Задачи оптимального проектирования. Задачи о рациональной загрузке оборудования, раскрое материалов, составлении расписаний.

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (17 недель)
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	60	Лекционные занятия (конспект) (9 занятий)	1 балл посещение 1 лекционного занятия	6-9
		Практические занятия (18 занятий).	0,5 балла - посещение 1 практического занятия и выполнение работы	6-9
		Контрольные работы (отчет о выполнении контрольной работы) (6 работ)	За одну КР : 3 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) 4 баллов (выполнено 66 - 85% заданий) 5 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	18-30
		Устный опрос	1 балл – знание менее 50% материала 3 балла – знание более 50%материала	1-3
Итого по текущей работе в семестре				31 - 60
Промежуточная аттестация (экзамен)	40	Решение задачи 1.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 – 10
		Решение задачи 2.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 - 10
		Тест.	10 баллов (пороговое значение) 20 баллов (максимальное значение)	10 - 20
Итого по промежуточной аттестации (экзамен)				20- 40
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				51 – 100 б.

В промежуточной аттестации оценка выставляется в ведомость в 100-балльной шкале и в буквенном эквиваленте (таблица 8)

Таблица 8 – Соотнесение 100-балльной шкалы и буквенного эквивалента оценки

Сумма набранных баллов	Уровни освоения дисциплины и компетенций	Экзамен		Зачет
		Оценка	Буквенный эквивалент	Буквенный эквивалент
86 - 100	Продвинутый	5	отлично	Зачтено
66 - 85	Повышенный	4	хорошо	
51 - 65	Пороговый	3	удовлетворительно	
0 - 50	Первый	2	неудовлетворительно	Не зачтено

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

1 Аттетков, А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебн. пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников - Электрон. текстовые дан.– Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 270 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1002733>

Дополнительная учебная литература

2 Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс]: учебн. пособие / А. Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров - 2-е изд. – Электрон. текстовые дан.– Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 384 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2330/>

3 Сдвижков, О.А. Практикум по методам оптимизации [Электронный ресурс]: учебн. пособие / О.А. Сдвижков - Электрон. текстовые дан.– Москва: Вузовский учебник, 2015. – 200 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=459517>

4 Васильев, Ф. П. Методы оптимизации. Кн.2: Учебное пособие / Васильев Ф.П. - Москва :МЦНМО, 2011. - 433 с.: ISBN 978-5-94057-708-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/958697>

5 Бабенышев, С. В. Методы оптимизации : учебное пособие / С. В. Бабенышев, Е. Н. Матеров. - Железногорск : ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 134 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1082159>

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

713 Учебная аудитория для проведения занятий: - лекционного типа. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: переносное - ноутбук, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19
508 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран. Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.). Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), Microsoft Visual Studio (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.) . Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

1. Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru/>

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты - www.elibrary.ru

3. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» <http://window.edu.ru/catalog/>

6 Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Семестр 6

Таблица 9 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к зачету

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
1. Введение в оптимизацию. Основные понятия и определения		
	1. Общая постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. 2. Общая классификация методов скалярной оптимизации. 3. Основные этапы решения задач оптимизации.	
2. Методы решения задач безусловной одномерной оптимизации		
	4. Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной переменной. 5. Классификация численных методов одномерной оптимизации. Методы сканирования и локализации оптимума. 6. Общая схема сужения промежутка унимодальности для одномерной функции. Методы половинного деления, золотого сечения и Фибоначчи. 7. Методы точечного оценивания экстремума одномерной функции. Метод обратного переменного шага, квадратичной аппроксимации, Пауэлла.	Решить аналитически и графически задачу одномерной безусловной оптимизации: $f(x) = \frac{(4-x)^3}{18-9x}$
3. Методы безусловной многомерной оптимизации		
	8. Необходимые и достаточные условия экстремума функции нескольких переменных. 9. Классификация численных методов многомерной оптимизации. Методы сканирования и локализации оптимума. 10. Методы покоординатного поиска экстремума функции нескольких переменных. 11. Метод Хука и Дживса. 12. Метод деформируемых многогранников Нельдера-Мида. 13. Обычные градиентные методы. 14. Методы наискорейшего спуска (крутого восхождения). 15. Методы случайного поиска экстремума. 16. Сравнительный анализ численных методов многомерной оптимизации.	Решить аналитически задачу многомерной безусловной оптимизации: $f(x_1, x_2) = (x_1 + 6x_2)^2 + (x_2 + 2)^2$
4. Практические приложения методов оптимизации		
	17. Классификация задач и объектов. Задачи оптимизации при идентификации объектов и	Записать уравнение Эйлера-Лагранжа для решения задачи о кратчайшей линии, соединяющей две точки на координатной

	планировании эксперимента. 18. Техничко-экономическис задачи. Оптимальное проектирование, планирование и анализ функционирования объекта. 19. Задачи о рациональной загрузке оборудования, раскрое материалов, составлении расписаний.	плоскости
--	---	-----------

Составитель (и): канд. физ.-мат. наук, доцент Вячкина Е.А.
(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))