ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 18.12.2021

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.12 Теория оптимизации
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Загребина С. А.
Пользователь: zagrebinasa
Дата подписания: 15.12.2021

С. А. Загребина

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Кунгурцева А. В.
Пользователь: kungurtcevaav
Дата подписания: 15.12.2021

А. В. Кунгурцева

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
д.физ.-мат.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 17.12.2021

А. А. Замышляева

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины 1. Знакомство с основными принципами и методами классических и численных методов оптимизации. 2. Развитие у студентов навыков по применению методов оптимизации в математическом моделировании. 3. Знакомство с функционированием наиболее популярных программных средств, используемых для решения задач методов оптимизации. 4. Приобретение практических навыков работы с программными средствами, обеспечивающими решение задач оптимизации. Задачи изучения дисциплины 1. Научить студентов методам математического программирования и исследования операций; 2. Привитие навыков по применению методов оптимизации и исследования операций в математическом моделировании. В результате освоения дисциплины студент должен получить необходимые сведения для решении следующей профессиональной задачи: исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов.

Краткое содержание дисциплины

Предмет и история развития методов оптимизации. Принципы и примеры моделирования экономических и технических задач в форме задач оптимизации. Задачи условной и безусловной оптимизации. Метод Лагранжа. Классификация задач оптимизации. Постановка и геометрическая интерпретация выпуклых задач оптимизации. Методы нахождения условных экстремумов. Элементы линейного программирования. Градиентные методы решения. Численные методы оптимизации. Основы вариационного исчисления.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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	Знает: методы оптимизации решений конкретных задач, с учётом имеющихся ограничений Умеет: проектировать решение задачи, выбирая оптимальный способ её решения Имеет практический опыт: анализа альтернативных вариантов решений для достижения оптимальных результатов
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает: принципы моделирования экономических, экологических, социальных, технических задач в форме задач оптимизации Умеет: применять методы оптимизации в математическом моделировании Имеет практический опыт: моделирования социальных задач и производственных процессов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.23 Уравнения математической физики	1.О.19 Дискретная оптимизация

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.23 Уравнения математической физики	Знает: методы решений уравнений математической физики Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	69,5	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Выполнение индивидуального домашнего задания	49,5	49.5
Подготовка к экзамену	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Вводный	4	2	2	0
2	Элементы выпуклого анализа	10	4	6	0
3	Выпуклые задачи	26	12	14	0
4	Численные методы оптимизации	10	6	4	0
5	Основы вариационного исчисления	14	8	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Постановка задачи и существование решения	2
2	2	Топология выпуклых множеств	2
3	2	Выпуклые функции и их свойства	2
4, 5	3	Гладкие конечномерные задачи с ограничениями вида равенств-неравенств	4
6	3	Постановка задачи линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	2
7	3	Модифицированный симплекс-метод	2
8	3	Теория двойственности	2
9	3	Построение математических моделей задач выпуклого анализа	2
10	4	Численные методы оптимизации. Методы сужения интервала неопределенности	2
11	4	Минимизация функций одной переменной. Ньютоновские методы	2
12	4	Минимизация функций многих переменных. Методы с использованием производных: градиентные методы, метод Ньютона, метод Марквардта	2
13,14	5	Постановка задачи вариационного исчисления. Простейшая задача вариационного исчисления	4
15	5	Задача Больца и изопериметрическая задача вариационного исчисления. Их прикладное значения.	2
16	5	Задачи вариационного исчисления с подвижными концами.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Старинные оптимизационные задачи	2
2	2	Выпуклые множества. Выпуклые функции	2
3	2	Элементы выпуклого анализа. Критерии выпуклости	2
4	2	Элементы выпуклого анализа. Непрерывность и дифференцируемость выпуклых функций. Субдифференциалы.	2
5,6	3	Гладкие конечномерные задачи с ограничениями вида равенств-неравенств. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера	4
7	3	Задачи линейного программирования. Графический метод решения	2
8	3	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	2
9	3	Модифицированный симплекс-метод	2
10	3	Двойственные задачи линейного программирования	2
11	3	Экономическая интерпретация двойственных задач. Использование специального программного обеспечения для решения ЗЛП.	2
12	4	Метод Свенна. Метод равномерного поиска. Метод золотого сечения.	2
13	4	Метод покоординатного спуска. Использование программного обеспечения для решения задач градиентными методами.	2
14	5	Простейшая задача вариационного исчисления	2
15	5	Задача Больца вариационного исчисления. Изопериметрическая задача	2
16	5	Задача вариационного исчисления с подвижными концами	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение индивидуального домашнего задания	Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2027. — Загл. с экрана.	6	49,5
Подготовка к экзамену	Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2097. — Загл. с экрана Главы 1-3	6	20

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Текущий контроль	П1	0,06	6	На каждом практическом занятии со 2 по 6 неделю семестра за выполнение домашнего задания выставляется максимально 1,2 балла. При этом, 1,2 балла выставляется за полностью правильно выполненное домашнее задание, если задание выполнено не полностью, то выставляется 0,012*r, где r - процент выполненного домашнего задания. Если студент не приступал к выполнению домашнего задания, то выставляется 0 баллов. Все полученные за каждое практическое занятие баллы суммируются, сумма округляется до целого числа.	экзамен
2	6	Текущий контроль	П2	0,06	6	На каждом практическом занятии со 7 по 11 неделю семестра за выполнение домашнего задания выставляется	экзамен

						максимально 1,2 балла. При этом, 1,2 балла выставляется за полностью правильно выполненное домашнее задание, если задание выполнено не полностью, то выставляется 0,012*r, где r - процент выполненного домашнего задания. Если студент не приступал к выполнению домашнего задания, то выставляется 0 баллов. Все полученные за каждое практическое занятие баллы суммируются, сумма округляется до целого числа.	
3	6	Текущий контроль	П3	0,06	6	На каждом практическом занятии с 12 по 16 неделю семестра за выполнение домашнего задания выставляется максимально 1,2 балла. При этом, 1,2 балла выставляется за полностью правильно выполненное домашнее задание, если задание выполнено не полностью, то выставляется 0,012*r, где r - процент выполненного домашнего задания. Если студент не приступал к выполнению домашнего задания, то выставляется 0 баллов. Все полученные за каждое практическое занятие баллы суммируются, сумма округляется до целого числа.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Т1	0,06	6	Контрольное мероприятие Т1 проводится на практическом занятии в течение 30 минут. Баллы выставляются по следующей схеме: Задача 1. Записано необходимое условие экстремума - 1 балл; Верно решена система - 1 балл; Записано верно достаточное условие и сделан вывод - 1 балл. Задача 2. Выписана верно функция Лагранжа - 1 балл; Проверено необходимое условие локального экстремума - 1 балл; Записано верно достаточное условие и сделан вывод - 1 балл.	экзамен
5	6	Текущий контроль	Т2	0,06	6	Контрольное мероприятие Т2 проводится на практическом занятии в течение 30 минут. Баллы выставляются по следующей схеме: - Записано и верно решено уравнение Эйлера - 1 балл; - Найдено верно экстремаль - 1 балл; - Проверено условие Лежандра - 1 балл; - Решено уравнение Якоби - 1 балл; - Проверено условие Якоби - 1 балл; - Сделан вывод - 1 балл.	экзамен
6	6	Текущий	Т3	0,06	6	Баллы выставляются за конспект лекций.	экзамен

		контроль				За полный конспект каждой лекции выставляется 0,375 баллов. Если конспект лекции отсутствует, то выставляется 0 баллов. В итоге баллы суммируются и округляются до целого числа.	
7	6	Текущий контроль	ПК1	0,12	12	Контрольное мероприятие ПК1 проводится в аудитории в течение 2 часов. Оценивание: Задача 1: - 1 балл за правильное исследование в пункте а); -1 балл за правильное решение в пункте б). Задача 2: - 1 балл за составление математической модели; -1 балл за правильное решение геометрическим методом; - 1 балл за правильную запись двойственной задачи; - 1 балл за верное решение двойственной задачи. Задача 3: - 1 балл за правильную запись условий Куна-Таккера; -1 балл за проверку необходимых условий; -1 балл за проверку достаточных условий. Задача 4: - 1 балл за правильную каноническую форму ЗЛП; - 1 балл за правильную первую симплекс-таблицу; - 1 балл за верный ответ.	экзамен
8	6	Текущий контроль	ПК2	0,12	12	Контрольное мероприятие выполняется на практическом занятии. Оценивание: Задача 1. - 1 балл - найдена экстремаль; - 1 балл - верно записано определение через приращение функционала; - 1 балл - доказано существование или отсутствие экстремума. Задача 2. - 1 балл - записан лагранжиан; - 1 балл - записано и решено уравнение Эйлера; - 1 балл - записаны и решены условия трансверсальности; - 1 балл - записаны и решены условия стационарности; - 1 балл - исследована полученная экстремаль на экстремум. Задача 3: -1 балл - записана математическая модель задачи; -1 балл - для полученной задачи вариационного исчисления найдена	экзамен

						допустимая экстремаль; -1 балл - проверены достаточные условия; -1 балл - сделан вывод в терминах задачи.	
9	6	Текущий контроль	ИДЗ	0,2	20	Баллы выставляются по следующей схеме: 1 пункт: - по 1 баллу за каждое найденное допустимое решение (всего 5 решений); - 1 балл за полный правильный перебор. 2 пункт: -1 балл за правильное приведение задачи к стандартному виду; -1 балл за модификацию задачи к ЗЛП с двумя переменными; -по у баллу за каждую правильно построенную прямую (всего 3); - 1 балл за правильную область; -1 балл за правильный вектор градиента; - 1 балл за правильную выбранную точку экстремума; - 1 балл за верные координаты точки экстремума; -1 балл за правильно найденное решение ЗЛП. 3 пункт: -1 балл за правильный вид двойственной задачи; -1 балл за верное применение критериев Канторовича; -1 балл за решение двойственной задачи; -1 балл за совпадение значений целевой функции прямой и двойственной задач.	экзамен
10	6	Текущий контроль	ИТ	0,2	20	Контрольное мероприятие ИТ - итоговый тест проводится в электронном курсе. За каждый правильный ответ система выставляет 2 балла. Всего 10 вопросов.	экзамен
11	6	Проме-жуточная аттестация	Э	-	40	Билет состоит из двух частей. Первая часть 5 задач по 4 балла за каждую, вторая часть 4 задачи по 5 баллов за каждую. Каждая задача первой части оценивается: 4 балла - Задача решена и оформлена правильно; 3 балла - Задача решена в целом правильно, содержит не более двух негрубых ошибок, не влияющих на общий ход решения задачи, решение доведено до ответа; 2 балла - Задача, возможно не доведена до ответа, но метод решения выбран верно. Изложено не менее 60% полного решения; 1 балл - В процессе решения задачи допущены существенные ошибки или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов - неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения. Каждая задача второй части оценивается: 5 баллов - Задача решена и оформлена	экзамен

						правильно; 4 балла - Задача решена в целом правильно, содержит не более двух негрубых ошибок, не влияющих на общий ход решения задачи, решение доведено до ответа; 3 балла - Задача, возможно не доведена до ответа, но метод решения выбран верно. Изложено не менее 70% полного решения; 2 балла - Допущена одна существенная ошибка или изложено менее 60% полного решения; 1 балл - В процессе решения задачи допущены существенные ошибки или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов - Неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации обязательно. Экзамен проводится очно в письменной форме. На подготовку билета отводится 120 минут.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УК-2	Знает: методы оптимизации решений конкретных задач, с учётом имеющихся ограничений		+		+		+		+			+
УК-2	Умеет: проектировать решение задачи, выбирая оптимальный способ её решения		+		+		+		+			+
УК-2	Имеет практический опыт: анализа альтернативных вариантов решений для достижения оптимальных результатов		+		+		+					
ОПК-3	Знает: принципы моделирования экономических, экологических, социальных, технических задач в форме задач оптимизации	+		+		+		+		+	+	
ОПК-3	Умеет: применять методы оптимизации в математическом моделировании	+		+		+		+		+	+	
ОПК-3	Имеет практический опыт: моделирования социальных задач и производственных процессов	+		+		+						

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Панюков, А. В. Математическое моделирование экономических процессов Текст учеб. пособие для экон. и матем. специальностей вузов А. В. Панюков ; ЮУрГУ. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 191 с.
2. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач Текст Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" Ф. П. Васильев. - М.: Наука, 1980. - 518 с. ил.
3. Галеев, Э. М. Оптимизация : Теория. Примеры. Задачи Текст учеб. пособие для ун-тов Э. М. Галеев. - 4-е изд. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2012. - 335 с. ил.
4. Ширяев, В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации Текст учеб. пособие для экон. специальностей ун-тов В. И. Ширяев. - Изд. 3-е, стер. - М.: КомКнига, 2007. - 210, [1] с.
5. Вся высшая математика Т. 6 Учеб. для втузов М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - М.: УРСС, 2003. - 254 с. ил.
6. Карманов, В. Г. Математическое программирование Учеб. пособие для вузов по спец."Прикл. математика" В. Г. Карманов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1986. - 286 с. граф.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методы одномерной оптимизации : методические указания и задания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации»/ сост. Т. М. Попова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. – 26 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методы одномерной оптимизации : методические указания и задания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации»/ сост. Т. М. Попова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. – 26 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2027. — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/13781 — Загл. с экрана.
3	Методические пособия для	Электронно-библиотечная	Власов, В.А. Методы оптимизации и оптимального управления: учебное пособие для вузов. [Электронный

	самостоятельной работы студента	система издательства Лань	ресурс] / В.А. Власов, А.О. Толоконский. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75855 — Загл. с экрана.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2097. — Загл. с экрана
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах. [Электронный ресурс] / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/67460 — Загл. с экрана.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Аттетков, А.В. Введение в методы оптимизации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2011. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/53756 — Загл. с экрана.
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации. [Электронный ресурс] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2330 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	405 (1)	Компьютер, проектор
Лекции	204 (3г)	Проектор, экран, документ-камера.