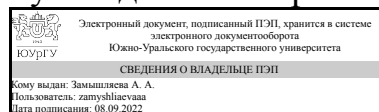


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



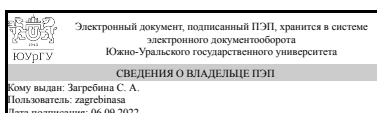
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.09 Теория оптимизации
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование

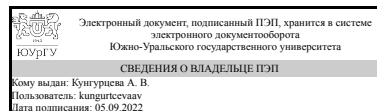
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

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



С. А. Загребина

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



А. В. Кунгурцева

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 решения 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.15 Уравнения математической физики	1.О.11 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.15 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 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5	
Выполнение индивидуального домашнего задания	15	15	
Подготовка к экзамену	20,5	20,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
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

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		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	15
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	20,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается 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 $0,012 \cdot r$, 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	экзамен

						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 $0,012 \cdot r$, 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	ПЗ	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 $0,012 \cdot r$, 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	T1	0,06	6	Контрольное мероприятие T1 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	T2	0,06	6	Контрольное мероприятие T2 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 контроль	ТЗ	0,06	6	<p>Баллы выставляются за конспект лекций. За полный конспект каждой лекции выставляется 0,375 баллов. Если конспект лекции отсутствует, то выставляется 0 баллов.</p> <p>В итоге баллы суммируются и округляются до целого числа.</p>	экзамен
7	6	Текущий контроль	ПК1	0,12	12	<p>Контрольное мероприятие ПК1 проводится в аудитории в течение 2 часов.</p> <p>Оценивание:</p> <p>Задача 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 балл за правильное исследование в пункте а); -1 балл за правильное решение в пункте б). <p>Задача 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Задача 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 балл за правильную запись условий Куна-Таккера; -1 балл за проверку необходимых условий; -1 балл за проверку достаточных условий. <p>Задача 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Контрольное мероприятие выполняется на практическом занятии. Оценивание:</p> <p>Задача 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 балл - найдена экстремаль; - 1 балл - верно записано определение через приращение функционала; - 1 балл - доказано существование или отсутствие экстремума. <p>Задача 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Задача 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> -1 балл - записана математическая модель задачи; -1 балл - для полученной задачи 	экзамен

						вариационного исчисления найдена 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	Промежуточная 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:	экзамен

					<p>5 баллов - Задача решена и оформлена правильно;</p> <p>4 балла - Задача решена в целом правильно, содержит не более двух негрубых ошибок, не влияющих на общий ход решения задачи, решение доведено до ответа;</p> <p>3 балла - Задача, возможно не доведена до ответа, но метод решения выбран верно. Изложено не менее 70% полного решения;</p> <p>2 балла - Допущена одна существенная ошибка или изложено менее 60% полного решения;</p> <p>1 балл - В процессе решения задачи допущены существенные ошибки или изложено менее 40% полного решения;</p> <p>0 баллов - Неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не обязательно. Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине происходит на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие проводится очно в письменной форме по расписанию сессии. На подготовку билета отводится 120 минут.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

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	+		+		+						+

Типовые контрольные задания по каждому 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 вузов 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 самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Власов, В.А. Методы оптимизации и оптимального управления: учебное пособие для вузов. [Электронный 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 ВИНТИ 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.