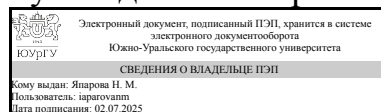


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



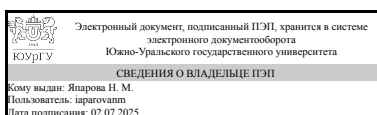
Н. М. Япарова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.17 Методы оптимизации
для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое обеспечение информационных технологий

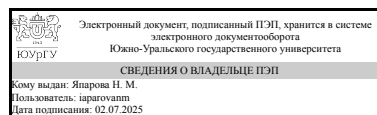
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., доц.



Н. М. Япарова

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



Н. М. Япарова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины является формирование и развитие приемов современного математического мышления, овладение навыками исследования и разработки моделей, алгоритмов, методов, программных решений, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов. Задачами преподавания является формирование представления о принципах и методах оптимизации, обучение основам математического моделирования и методам построения оптимальных алгоритмов, а также изучение основных приемов использования методов оптимизации при построении численных алгоритмов для решения прикладных задач.

Краткое содержание дисциплины

Элементы выпуклого анализа. Математическое программирование. Задачи линейного программирования; теория двойственности; транспортные задачи; задачи целочисленного линейного программирования. Задачи нелинейного программирования; задачи оптимизации без ограничений; градиентные и квазиньютоновские методы; задачи многомерной условной оптимизации и методы их решения. Элементы вариационного исчисления. Уравнение Эйлера; условия второго порядка Лежандра и Якоби; задачи классического вариационного исчисления с ограничениями; необходимые условия в изопериметрической задаче и задаче со старшими производными; оптимальное управление; принцип максимума Понтрягина. Основы теории игр: платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры, принцип минимакса, смешанные стратегии, матричные игры, биматричные игры.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выявлять и анализировать проблемную ситуацию, устанавливать причинно-следственные связи между явлениями в проблемной ситуации, Определять научные аспекты проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и использовать теоретические знания для их решения.	Знает: основы теории оптимизации, основные подходы и методы решения оптимизационных задач, базовые принципы оптимизации Умеет: анализировать ситуацию и использовать соответствующие методы оптимизации для решения прикладных задач
ПК-2 Способен собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научную, техническую информацию для разработки и модернизации алгоритмического и информационного обеспечения систем с учетом современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники и информационных технологий	Знает: основные типы задач оптимизации и методы их решения Умеет: реализовать метод оптимизации для поставленной прикладной задачи Имеет практический опыт: применения известных методов оптимизации для решения поставленной задачи

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

1.О.09 Основы переключательных функций, 1.О.18 Теория функциональных систем, 1.О.08 Аналитические методы в прикладных задачах, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	1.О.14 Моделирование систем управления
--	--

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

Дисциплина	Требования
1.О.09 Основы переключательных функций	Знает: области применения переключательных функций, содержательную сторону возникающих практических задач Умеет: составлять и минимизировать переключательные функции, строить функционально-логические схемы Имеет практический опыт: владения методами решения основных задач в области переключательных функций
1.О.08 Аналитические методы в прикладных задачах	Знает: основы системного анализа, основные типы аналитических методов решения прикладных задач, области применения и базовые принципы аналитических методов , современные концепции и методы решения прикладных задач на основе аналитических методов Умеет: использовать аналитический аппарат для решения прикладных задач, использовать аналитические методы для решения поставленных задач, Имеет практический опыт: реализации аналитических методов в области прикладных исследований, использования аналитических методов для решения прикладных задач
1.О.18 Теория функциональных систем	Знает: основы теории функциональных систем Умеет: использовать теорию функциональных систем для анализа и установления причинно-следственных связей Имеет практический опыт:
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации Умеет: Имеет практический опыт: осуществления библиографической работы и решения поставленных задач с привлечением современных информационных технологий

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
подготовка к контрольной работе	10	10
выполнение домашних работ	20	20
Подготовка к экзамену	23,75	23.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Элементы выпуклого анализа. Математическое программирование	10	6	4	0
2	Линейное программирование	14	10	4	0
3	Методы оптимизации	14	10	4	0
4	Основы теории игр	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия методов оптимизации. Элементы выпуклого анализа. Понятие отрезка в n-мерном пространстве. Понятие выпуклого множества. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению.	2
2-3	1	Основная задача математического программирования. Основная задача выпуклого программирования. Возможные направления. Возможные направления. Условие регулярности Слейтера. Функция Лагранжа. Условия оптимальности. Теорема Куна-Таккера.	4
4-5	2	Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи. Графическое решение. Метод последовательного улучшения планов. Метод искусственных переменных Контрольная точка Т1	4
6	2	Метод последовательного улучшения оценок. Теория двойственности и анализ моделей на чувствительность. Задачи с параметрами.	2
7-8	2	Транспортные задачи ЛП. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.	4
9-10	3	Методы безусловной оптимизации. Градиентные и квазиньютоновские методы в R^n . Контрольная точка Т2	4
11-13	3	Многомерная оптимизация с ограничениями. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод возможных направлений.	6

14-16	4	Основы теории игр: платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры, принцип минимакса, смешанные стратегии, матричные игры. Биматричные игры.	6
-------	---	---	---

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Математическое моделирование явлений и процессов. Понятие отрезка в n -мерном пространстве. Понятие выпуклого множества. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению. Задачи математического программирования. Контрольная точка 1	4
3	2	Задачи линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме. Опорные решения. Метод перебора. Графическое решение задач ЛП. Контрольная точка 2 Симплекс-метод.	2
4	2	М-метод. Двухэтапный метод. Метод последовательного улучшения оценок. Вырожденные задачи ЛП. Применение теории двойственности и анализ моделей на чувствительность. Приложения линейного программирования. Транспортные задачи ЛП. Контрольная точка 3	2
5	3	Методы безусловной оптимизации. Градиентные методы. Метод Ньютона. Метод сопряженных направлений. Контрольная точка 4	2
6	3	Метод условного градиента. Метод штрафных функций. Методы условной оптимизации. Контрольная точка 5	2
7-8	4	Решение матричных игр сведением к задаче линейного программирования. Алгоритм Лемке-Хаусона.	4

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
подготовка к контрольной работе	Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.	4	10
выполнение домашних работ	Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И.	4	20

	Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.		
Подготовка к экзамену	Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.	4	23,75

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольная точка 1	2	5	Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. Работа проверяется во внеаудиторное время. 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных	зачет

						понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	
2	4	Текущий контроль	Контрольная точка 2	2	5	Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 8 заданий. Первые 6 заданий оцениваются в 0,5 балла. Последние 2 оцениваются по 1 баллу. В случае дробной оценки баллы начисляются по правилу округления. Работа проверяется во внеаудиторное время. 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	зачет
3	4	Текущий контроль	Контрольная точка T1	1	3	Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 1 задание оценивается в 3 балла. Работа проверяется во внеаудиторное время. 3: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут	зачет

					быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 2: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 1: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	
4	4	Текущий контроль	Контрольная точка 3	2	5 Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 7 заданий. Первые 4 оцениваются в 0,5 балла. Следующие 3 задания оцениваются в 1 балл. В случае дробной оценки баллы начисляются по правилу округления. Работа проверяется во внеаудиторное время. 6: 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в	зачет

						курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	
5	4	Текущий контроль	Контрольная точка 4	2	5	Контрольная точка проводится в форме решения задач.. Включает 2 задания. Каждое задание содержит 10 вариантов. Студент выполняет только один вариант из каждого задания. Номер выполняемого варианта определяется преподавателем индивидуально для каждого студента. Первое задание оценивается в 3 балла. Второе оценивается в 2 балла. Работа проверяется во внеаудиторное время. 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	зачет
6	4	Текущий контроль	Контрольная точка T2	1	3	Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 1 задание оценивается в 3 балла. Работа проверяется во внеаудиторное время. 3: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного	зачет

					материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 2: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 1: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	
7	4	Текущий контроль	Контрольная точка 5	2	5 Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. В случае дробной оценки баллы начисляются по правилу округления. Работа проверяется во внеаудиторное время. 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных	зачет

						понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе	
8	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в письменном виде в форме решения задач. Билет включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. На подготовку дается 1,5 ак. часа. Работа проверяется во внеаудиторное время. Критерии оценки: 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил неправильные	зачет

					формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день экзамена при личном присутствии студента.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в письменном виде в форме решения задач. Билет включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. На подготовку дается 1,5 ак. часа. Работа проверяется во внеаудиторное время. Критерии оценки: 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы. 4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках 3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. 2: Студент приводил	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день экзамена при личном присутствии студента.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1	Знает: основы теории оптимизации, основные подходы и методы решения оптимизационных задач, базовые принципы оптимизации	+		+			+		+
ПК-1	Умеет: анализировать ситуацию и использовать соответствующие методы оптимизации для решения прикладных задач		+	+		+			+
ПК-2	Знает: основные типы задач оптимизации и методы их решения	+			+				+
ПК-2	Умеет: реализовать метод оптимизации для поставленной прикладной задачи		+		+				+
ПК-2	Имеет практический опыт: применения известных методов оптимизации для решения поставленной задачи						+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41,[2] с.
2. Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.
3. Вся высшая математика [Текст] Т. 5 Теория вероятностей. Математическая статистика. Теория игр учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 5-е. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2011. - 293, [1] с.

б) дополнительная литература:

1. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач [Текст] Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" Ф. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1988. - 549 с. ил.

2. Ширяев, В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации [Текст] учеб. пособие для экон. специальностей ун-тов В. И. Ширяев. - 5-е изд., доп. - М.: ЛЕНАНД : URSS, 2017. - 219, [1] с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(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	434 (36)	мультимедийная аудитория
Лекции	434 (36)	мультимедийная аудитория