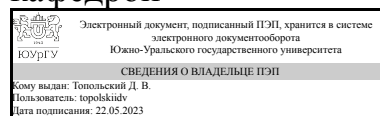


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



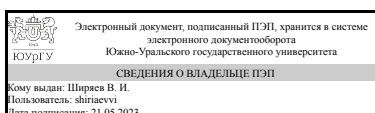
Д. В. Топольский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.03 Исследование операций
для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

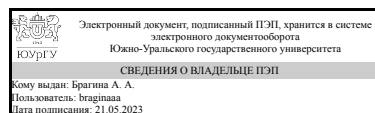
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929

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



В. И. Ширяев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. А. Брагина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины- формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ознакомление студентов с методологией исследования операций, основными типами математических моделей для решения профессиональных задач. Задачи изучения дисциплины: развитие логического и алгоритмического мышления студентов; овладение студентами методами математического моделирования, применения математики при обосновании оптимальных решений: обучение студентов умению самостоятельно расширять свои математические знания и работать со справочной литературой; проводить анализ прикладных задач с точки зрения возможной оптимизации.

Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины составляют разделы: Линейное программирование
Нелинейное программирование
Элементы динамического программирования
Вариационные задачи поиска оптимальных решений
В процессе изучения дисциплины рассматриваются: условия применимости, постановки и свойства типовых моделей линейного программирования; теоретический базис и вычислительная схема симплекс-метода; основные теоремы теории двойственности в линейном программировании; основные приемы послеоптимизационного анализа задач линейного программирования; понятийный аппарат теории игр; принцип оптимальности, алгоритм решения задач динамического программирования; примеры вариационных задач поиска оптимизационных решений.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Способен к применению методов концептуального, математического и функционального моделирования при проектировании и разработке программно-аппаратных комплексов	Знает: основы целеполагания, области применения количественных и качественных методов исследования операций, содержательную сторону возникающих практических задач Умеет: при целеполагании строить математические модели объектов, применять методы исследования операций при решении задач, оценивать и интерпретировать полученные результаты Имеет практический опыт: владения методами решения основных задач исследования операций

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Интеллектуальные технологии обработки информации

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 19,25 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>	12	12
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	88,75	88,75
Выполнение курсовой работы	27	27
Самостоятельное изучение тем	24	24
Подготовка к зачету	13,75	13,75
Подготовка к практическим занятиям и выполнению индивидуальной работы	24	24
Консультации и промежуточная аттестация	7,25	7,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Линейное программирование	3	2	1	0
2	Нелинейное программирование	3	2	1	0
3	Элементы динамического программирования	3	2	1	0
4	Вариационные задачи поиска оптимальных решений	3	2	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в математическое программирование. Постановка задачи оптимизации с ограничениями и без ограничений. Критерии оптимизации. Целевая функция и способы ее построения. Понятие задачи линейного	2

		программирования (ЗЛП). Основные формы ЗЛП. Понятие неограниченной и недопустимой ЗЛП. Признак существования оптимального решения ЗЛП. Основное свойство ЗЛП. Графическое решение. Базисные решения и угловые точки выпуклого множества. Алгебраические условия угловой точки. Симплекс-метод решения ЗЛП. Оценки переменных ЗЛП и их вычисление, первая симплексная таблица. Критерии оптимальности основного опорного плана и критерий неограниченности ЗЛП. Теорема об улучшении основного опорного плана. Двухфазный симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Целочисленное программирование. Метод отсечения Гомори. Двойственность в линейном программировании. Критерии Канторовича. Транспортная задача (ТЗ). Виды транспортных задач. Игровые методы обоснования решений. Приведение матричной игры к ЗЛП.	
2	2	Методы нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера. Численные методы решения оптимизационных задач.	2
3	3	Метод динамического программирования. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования. Вычислительная схема метода динамического программирования. Принцип оптимальности. Задача о наборе высоты и скорости летательным аппаратом. Постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве.	2
4	4	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Алгоритм применения необходимых условий экстремума. Задачи Лагранжа и Больца. Принцип максимума. Алгоритм применения принципа максимума.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Построение математических моделей задач линейного программирования. Основные формы ЗЛП. Основные приемы преобразования ЗЛП из одной формы в другую. Графическое решение. Симплекс-метод решения ЗЛП. Оценки переменных ЗЛП и их вычисление, первая симплексная таблица. Двухфазный симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Решение задач целочисленного линейного программирования методом Гомори. Транспортная задача. Методы северо-западного угла, минимального элемента. Метод потенциалов. Матричные игры. Решение задач в смешанных стратегиях.	1
2	2	Элементы нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера.	1
3	3	Элементы динамического программирования. Решение задач.	1
4	4	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Уравнение Эйлера.	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на	Семестр	Кол-во

	ресурс		часов
Выполнение курсовой работы	1). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с. 2). Высшая математика для экономистов [Текст] учебник для вузов по экон. специальностям Н. Ш. Кремер и др.; под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 478, [1] с. ил., 3). Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41, 4). Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. 5) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры).	6	27
Самостоятельное изучение тем	1). Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. - 2-е изд., стер. - М.: Наука, 1988. - 206 с. 2). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с. 3). Высшая математика для экономистов [Текст] учебник для вузов по экон. специальностям Н. Ш. Кремер и др.; под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 478, [1] с. ил., 4), Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2027 . 5). Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41, 6). Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. Элементы математического программирования. Изд-во ЮУрГУ, 2014, 147с. 7) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры), 8) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (в локальной сети кафедры), 9) Городецкий, С. Ю. Лекции по вариационному исчислению и оптимальному управлению : учебно-методическое пособие / С. Ю.	6	24

	Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144697 .		
Подготовка к зачету	1). Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. - 2-е изд., стер. - М.: Наука, 1988. - 206 с. 2). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с. 3). Высшая математика для экономистов [Текст] учебник для вузов по экон. специальностям Н. Ш. Кремер и др.; под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 478, [1] с. ил., 4), Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2027 . 5). Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41, 6). Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. Элементы математического программирования. Изд-во ЮУрГУ, 2014, 147с. 7) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры), 8) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (в локальной сети кафедры), 9) Черников, Ю.Г. Системный анализ и исследование операций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 370 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3512, 10) Кутузов, А.Л. Исследование операций: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ, 2011. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/64797, 11) Сеславин, А.И. Исследование операций и методы оптимизации. [Электронный ресурс] / А.И. Сеславин, Е.А. Сеславина. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2015. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/80027, 12) Городецкий, С. Ю. Лекции по вариационному исчислению и оптимальному управлению : учебно-	6	13,75

	методическое пособие / С. Ю. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144697 .		
Подготовка к практическим занятиям и выполнению индивидуальной работы	1). 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. 2). Высшая математика для экономистов [Текст] учебник для вузов по экон. специальностям Н. Ш. Кремер и др.; под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 478, [1] с. ил., 3), Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2027 . 4). Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41, 5). Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. Элементы математического программирования. Изд-во ЮУрГУ, 2014, 147с. 6) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры), 7) Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (в локальной сети кафедры), 8) Городецкий, С. Ю. Лекции по вариационному исчислению и оптимальному управлению : учебно-методическое пособие / С. Ю. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144697. 9). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.	6	24

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	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания №1	0,25	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины, получает дополнительно индивидуальное задание для выполнения вне аудитории и представляет результаты этих работ на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	зачет
2	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания №2	0,25	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины, получает дополнительно индивидуальное задание для выполнения вне аудитории и представляет результаты этих работ на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и	зачет

						замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	
3	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания №3	0,25	5	Обучающийся на практических занятиях решает задачи по соответствующим темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины, получает дополнительно индивидуальное задание для выполнения вне аудитории и представляет результаты этих работ на проверку преподавателю в виде краткого отчета. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	зачет
4	6	Текущий контроль	Индивидуальная работа №4 (теоретическая контрольная работа)	0,25	5	Обучающийся получает индивидуальное задание по теоретической части курса для выполнения вне аудитории и представляет результат этой работы на проверку преподавателю в виде отчета. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов.	зачет

					Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	
5	6	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5 Зачетная работа проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, содержащий 5 вопросов из перечня контрольных вопросов к разделам дисциплины. На выполнение работы отводится 1 час. Преподаватель проверяет выполненную работу и при необходимости задает уточняющие вопросы. Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе. 5 баллов - правильные ответы; 4 балла - правильные ответы с незначительными неточностями или упущениями; 3 балла - правильные ответы с незначительными ошибками; 2 балла - ответы с ошибками; 1 балл - ответы с грубыми ошибками; 0 баллов - неверные ответы.	зачет
6	6	Курсовая работа/проект	Выполнение и защита курсовой работы	-	5 Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает пояснительную записку на проверку. Преподаватель проверяет пояснительную записку и допускает студента к защите. На защиту студент предоставляет: 1. Развернутое техническое задание. 2. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. На защите студент делает короткое сообщение (3-5 мин.) об основных методах, используемых в процессе решения поставленных задач, и отвечает на вопросы. Преподаватель на основе анализа представленной работы и полученных ответов выставляет оценку. Критерии оценивания. – Соответствие техническому	курсовые работы

					заданию: 2 балла – полное соответствие техническому заданию; 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, в работе имеются упущения; 0 баллов – не соответствие техническому заданию. – Качество пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита работы: 1 балл – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы; 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинг обучающегося по дисциплине может формироваться только по результатам текущего контроля. Студент может повысить рейтинг за счет прохождения контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	На мероприятии по защите курсовой работы происходит	В соответствии с

	оценивание учебной деятельности обучающихся по результатам выполнения курсовой работы.	п. 2.7 Положения
--	--	------------------

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-6	Знает: основы целеполагания, области применения количественных и качественных методов исследования операций, содержательную сторону возникающих практических задач	+		++	++	++	++
ПК-6	Умеет: при целеполагании строить математические модели объектов, применять методы исследования операций при решении задач, оценивать и интерпретировать полученные результаты	++			++	++	++
ПК-6	Имеет практический опыт: владения методами решения основных задач исследования операций		++	++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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.

б) дополнительная литература:

1. Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. - 2-е изд., стер. - М.: Наука, 1988. - 206 с.
2. Высшая математика для экономистов [Текст] учебник для вузов по экон. специальностям Н. Ш. Кремер и др.; под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. - 478, [1] с. ил.
3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.

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

1. Дискретный анализ и исследование операций науч. журн. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т математики им. С. Л. Соболева СО РАН журнал. - Новосибирск, 2008-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Исследование операций"
3. Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. Элементы математического программирования. Изд-во ЮУрГУ, 2014. — 147с.

4. Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. — 41с.

5. Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (в локальной сети кафедры)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Исследование операций" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Исследование операций"

3. Малиновский Ю.Г., Андреева С.Г., Брагина А.А. Элементы математического программирования. Изд-во ЮУрГУ, 2014. — 147с.

4. Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. — 41с.

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] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. http://e.lanbook.com/book/2027
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Черников, Ю.Г. Системный анализ и исследование операций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2006. — 370 с. http://e.lanbook.com/book/3512
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кутузов, А.Л. Исследование операций: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ, 2011. — 98 с. http://e.lanbook.com/book/64797
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сеславин, А.И. Исследование операций и методы оптимизации. [Электронный ресурс] / А.И. Сеславин, Е.А. Сеславина. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2015. — 200 с. http://e.lanbook.com/book/80027
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Городецкий, С. Ю. Лекции по вариационному исчислению и оптимальному управлению : учебно-методическое пособие / С. Ю. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. https://e.lanbook.com/book/144697

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	203 (3г)	Мультимедийный проектор, настольная видеокамера и экран
Практические занятия и семинары	646 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MathCAD, 1 проектор, 1 экран, 1 документ-камера