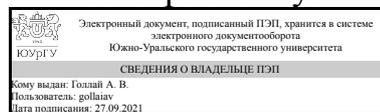


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



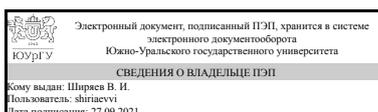
А. В. Голлой

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П1.01 Исследование операций
для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Автоматизированные системы обработки информации и
управления
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления**

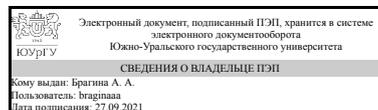
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929

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



В. И. Ширяев

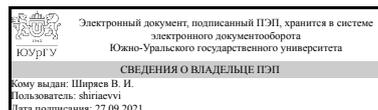
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. А. Брагина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

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-4 Способность применять математический аппарат при концептуальном и функциональном проектировании систем среднего и крупного масштаба и сложности	Знает: области применения количественных и качественных методов исследования операций, содержательную сторону возникающих практических задач Умеет: строить модели и решать задачи методами целочисленного и динамического программирования, использовать современные средства для решения аналитических и исследовательских задач, 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
Численные методы в инженерных расчетах	Теория принятия решений, Производственная практика, научно-исследовательская работа (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Численные методы в инженерных расчетах	Знает: методы формального представления информационных объектов и процессов, способы их параметризации с применением математического аппарата вычислительной математики Умеет: применять методы вычислительной математики при решении технических задач Имеет практический опыт: владения численными методами решения задач теории матриц, алгебраических и дифференциальных уравнений, интерполяции и аппроксимации данных, поиска оптимальных решений

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 13,25 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	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам	40	40	
Самостоятельное изучение тем	16	16	
Выполнение курсовой работы	20	20	
Подготовка к зачету	12,75	12,75	
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	6	5	1	0

2	Нелинейное программирование	2	1	1	0
3	Элементы динамического программирования	2	1	1	0
4	Вариационные задачи поиска оптимальных решений	2	1	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	1	Введение в математическое программирование. Постановка задачи оптимизации с ограничениями и без ограничений. Примеры постановки задачи оптимизации, математические модели. Понятие задачи линейного программирования (ЗЛП). Основные формы ЗЛП. Основные приемы преобразования ЗЛП из одной формы в другую. 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. Метод искусственного базиса. (Двухфазный симплекс-метод).	4
3	1	Двойственный симплекс метод. Целочисленное программирование. Метод отсечения Гомори. Двойственность в линейном программировании. Критерии Канторовича. Игровые методы обоснования решений. Нижняя и верхняя цена игры Принцип минимакса. Решение игр в смешанных стратегиях. Приведение матричной игры к ЗЛП. Транспортная задача (ТЗ). Постановка ТЗ и ее разрешимость. Поиск опорного решения. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Критерий оптимальности плана ТЗ (критерий потенциалов).	1
3	2	Методы нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера.	1
4	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.	1
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. Некоторые проблемы решения оптимизационных задач на ЭВМ. Стандартные пакеты прикладных программ.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Примеры постановки задачи оптимизации, математические модели. Основные приемы преобразования ЗЛП из одной формы в другую. Графическое решение. Симплекс-метод решения ЗЛП. Оценки переменных ЗЛП и их вычисление, первая симплексная таблица. Критерии оптимальности основного опорного плана и критерий неограниченности	1

		ЗЛП. Теорема об улучшении основного опорного плана. Метод искусственного базиса. (Двухфазный симплекс-метод). Контрольная работа № 1. Двойственность в линейном программировании. Критерии Канторовича. Решение задач целочисленного линейного программирования методом Гомори. Решение игр в смешанных стратегиях. Транспортная задача. Методы северо-западного угла, минимального элемента. Метод потенциалов. Контрольная работа № 2	
1	2	Элементы нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера. Контрольная работа № 3.	1
2	3	Элементы динамического программирования. Решение задач. Контрольная работа № 4.	1
2	4	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Контрольная работа № 5.	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 ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам	<p>1). Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология Учеб. пособие для студентов вузов Е. С. Вентцель. - 2-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2001. - 206,[2] с. 2).</p> <p>Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с. ил.</p> <p>3). Исследование операций в экономике Учеб. пособие для вузов по экон. специальностям Всерос. заоч. фин.-экон. ин-т; Н. Ш. Кремер и др.; Под ред. Н. Ш. Кремера. - М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. - 407 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).</p> <p>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</p>	6	40

	<p>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. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144697.</p>		
<p>Самостоятельное изучение тем</p>	<p>1). Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология Учеб. пособие для студентов вузов Е. С. Вентцель. - 2-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2001. - 206,[2] с. 2). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с. ил. 3). Исследование операций в экономике Учеб. пособие для вузов по экон. специальностям Всерос. заоч. фин.-экон. ин-т; Н. Ш. Кремер и др.; Под ред. Н. Ш. Кремера. - М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. - 407 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. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144697.</p>	<p>6</p>	<p>16</p>

Выполнение курсовой работы	<p>1). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с. ил.</p> <p>2). Исследование операций в экономике Учеб. пособие для вузов по экон. специальностям Всерос. заоч. фин.-экон. ин-т; Н. Ш. Кремер и др.; Под ред. Н. Ш. Кремера. - М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. - 407 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).</p>	6	20
Подготовка к зачету	<p>1). Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология Учеб. пособие для студентов вузов Е. С. Вентцель. - 2-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2001. - 206,[2] с. 2). Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с. ил. 3). 1. Исследование операций в экономике Учеб. пособие для вузов по экон. специальностям Всерос. заоч. фин.-экон. ин-т; Н. Ш. Кремер и др.; Под ред. Н. Ш. Кремера. - М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. - 407 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</p>	6	12,75

	<p>книга, 2006. — 370 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3512, 10)</p> <p>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)</p> <p>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,</p> <p>12) 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.</p>		
--	--	--	--

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	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Контрольная работа №1	0,2	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие:</p> <p>1 балл за правильно выполненное первое задание;</p> <p>1 балл за правильно выполненное второе задание;</p> <p>1 балл за правильно выполненное третье задание;</p> <p>1 балл за правильно выполненное</p>	зачет

						четвертое задание; 1 балл за правильно выполненное пятое задание.	
2	6	Текущий контроль	Контрольная работа №2	0,2	4	Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: 1 балл за правильно выполненное первое задание; 1 балл за правильно выполненное второе задание; 1 балл за правильно выполненное третье задание; 1 балл за правильно выполненное четвертое задание;	зачет
3	6	Текущий контроль	Контрольная работа №3	0,1	2	Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: 1 балл за правильно выполненное первое задание; 1 балл за правильно выполненное второе задание;	зачет
4	6	Текущий контроль	Контрольная работа №4	0,1	1	Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за	зачет

						мероприятие: 1 балл за правильно выполненное задание.	
5	6	Текущий контроль	Контрольная работа №5	0,15	3	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: 1 балл за правильно выполненное первое задание; 1 балл за правильно выполненное второе задание; 1 балл за правильно выполненное третье задание.</p>	зачет
6	6	Текущий контроль	Теоретическая контрольная работа №1	0,1	2	<p>Теоретическая контрольная работа №1 проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из перечня контрольных вопросов по дисциплине. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: 1 балл за правильный ответ на заданный первый вопрос; 1 балл за правильный ответ на заданный второй вопрос.</p>	зачет
7	6	Текущий контроль	Теоретическая контрольная работа №2	0,15	2	<p>Теоретическая контрольная работа №2 проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из перечня контрольных вопросов к разделам дисциплины. Выполнение работы проводится во внеаудиторное время. Студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Оценка за мероприятие соответствует сумме набранных баллов за мероприятие: 1 балл за правильный ответ на заданный</p>	зачет

						первый вопрос; 1 балл за правильный ответ на заданный второй вопрос.	
8	6	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	1	5	<p>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.</p> <p>Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе.</p> <p>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.</p>	зачет
9	6	Курсовая работа/проект	Выполнение и защита курсовой работы	1	5	<p>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.</p> <p>На защиту студент предоставляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Развернутое техническое задание. 2. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. <p>На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. Преподаватель на основе представленной работы и полученных ответов выставляет оценку.</p> <p>Критерии оценивания.</p> <p>– Соответствие техническому заданию: 2 балла – полное соответствие техническому заданию; 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, в работе имеются упущения; 0 баллов – не соответствие техническому заданию.</p> <p>– Качество пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными</p>	курсовые работы

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

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

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Кутузов, А.Л. Исследование операций: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ, 2011. — 98 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/64797	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Дополнительная литература	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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

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