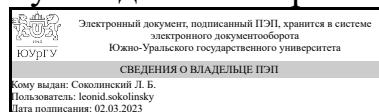


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



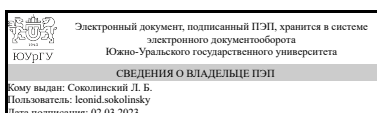
Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.19 Исследование операций  
для направления 09.03.04 Программная инженерия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системное программирование

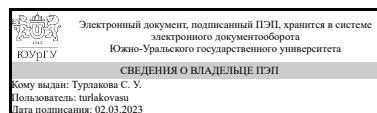
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

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



Л. Б. Соколинский

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



С. У. Турлакова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины является ознакомление студентов с методологией исследования операций, основными типами математических моделей, формирование у студентов представления о принципах и методах оптимизации и теории игр для последующего решения задач профессиональной деятельности с использованием систем искусственного интеллекта.

## Краткое содержание дисциплины

Линейное программирование. Нелинейное программирование. Многокритериальная оптимизация. Теория игр и принятия решений. Вариационное исчисление. Динамическое программирование. Имитационное моделирование.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	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 технические средства и средства программного обеспечения 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
1.О.07.01 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.07.05 Теория вероятностей и математическая статистика, 1.О.07.02 Математический анализ, 1.О.08 Физика, 1.О.07.03 Дискретная математика, 1.О.07.04 Математическая логика и теория алгоритмов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

1.О.07.02 Математический анализ	<p>Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа</p> <p>Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах</p> <p>Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания</p>
1.О.07.04 Математическая логика и теория алгоритмов	<p>Знает: основные принципы и понятия теории формальных языков и математической логики, логику высказываний и предикатов; основные понятия теории алгоритмов</p> <p>Умеет: разрабатывать интерпретаторы формальных языков, проводить оценку сложности алгоритмов</p> <p>Имеет практический опыт: формализации постановки решения прикладных задач с позиции матлогики и теории алгоритмов</p>
1.О.07.01 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	<p>Знает: теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах</p> <p>Умеет: использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания дисциплины; применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии</p> <p>Имеет практический опыт: использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы</p>
1.О.08 Физика	<p>Знает: фундаментальные разделы физики; методы и средства измерения физических величин; методы обработки экспериментальных данных</p> <p>Умеет: использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний; применять</p>

	<p>математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; работать с измерительными приборами; выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных; считать систематические и случайные ошибки прямых и косвенных измерений, приборные ошибки; применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Имеет практический опыт: владения фундаментальными понятиями и основными законами классической и современной физики и методами их использования; методологией организации, планирования, проведения и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований; навыками физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности; навыками проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте; навыками оформления отчетов по результатам исследований; навыками работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой; навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; навыками анализа полученных результатов, как для решения задач, так и для эксперимента и измерений</p>
<p>1.О.07.05 Теория вероятностей и математическая статистика</p>	<p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач теории вероятностей и математической статистики, статистические методы анализа данных Умеет: решать классические ( типовые) задачи теории вероятностей и математической статистики, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе, применять знания из теории вероятностей и математической статистики для анализа данных Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью, обработки данных средствами теории вероятностей и математической статистики</p>
<p>1.О.07.03 Дискретная математика</p>	<p>Знает: основные приложения задач теории чисел, комбинаторики, теории графов, основные понятия и алгоритмы теории чисел, комбинаторики и теории графов Умеет: определять правильный подход к решению задач теории чисел, комбинаторики, теории графов, решать типовые задачи теории чисел, комбинаторики и теории графов, проводить</p>

	доказательства фактов из указанных областей Имеет практический опыт: программирования основных алгоритмов теории графов для решения задач большой размерности, применения комбинаторных алгоритмов, а также алгоритмов на графов для решения практических задач
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 90,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80	
Лекции (Л)	48	48	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,5	89,5	
моделирование системы массового обслуживания	25,5	25,5	
самостоятельная проработка темы Многокритериальная оптимизация	15	15	
выполнение домашних заданий	26	26	
подготовка к дифференцированному зачету	23	23	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Линейное программирование	22	12	10	0
2	Нелинейное программирование	22	12	10	0
3	Многокритериальная оптимизация	4	2	2	0
4	Теория игр и принятия решений	10	6	4	0
5	Вариационное исчисление	10	6	4	0
6	Динамическое программирование	4	4	0	0
7	Имитационное моделирование	8	6	2	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет и задачи исследования операций. Задачи линейного	2

		программирования.	
2	1	Существование решения ОЗЛП и способы его нахождения. Симплекс-метод.	2
3	1	Двойственность в линейном программировании.	2
4	1	Транспортная задача	2
5	1	Параметрическое линейное программирование.	2
6	1	Целочисленное линейное программирование.	2
7	2	Задача нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера	2
8-9	2	Численные методы безусловной оптимизации. Метод сопряженных направлений. Градиентные методы. Метод Ньютона.	4
10-11	2	Численные методы условной оптимизации. Метод условного градиента. Метод штрафных функций.	4
12	2	Метод возможных направлений	2
13	3	Задачи многокритериальной оптимизации	2
14	4	Принятие решений в условиях определенности. Метод анализа иерархий	2
15-16	4	Принятие решений в условиях неопределенности. Теория игр.	4
17	5	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.	2
18	5	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Метод вариаций в задачах с подвижными границами.	2
19	5	Вариационные задачи поиска условного экстремума.	2
20	6	Модель динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.	2
21	6	Приложения динамического программирования	2
22	7	Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло	2
23-24	7	Моделирование систем массового обслуживания	4

## 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 (ЗЛП). Основные формы ЗЛП. Графическое решение ЗЛП	2
2-3	1	Симплекс-метод решения ЗЛП. М-метод.	4
4	1	Транспортная задача	2
5	1	Метод Гомори.	2
6	2	Графическое решение задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера	2
7	2	Методы одномерной минимизации	2
8	2	Градиентные методы. Метод Ньютона	2
9	2	Метод сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы.	2
10	2	Методы штрафных функций	2
11	3	Свертка критериев. Метод последовательных уступок.	2
12-13	4	Матричные игры.	4
14	5	Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.	2
15	5	Метод вариаций в задачах с подвижными границами.	2
16	7	Системы массового обслуживания	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
моделирование системы массового обслуживания	Доп.литература: Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0917-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212204">https://e.lanbook.com/book/212204</a> Глава 11	4	25,5
самостоятельная проработка темы Многокритериальная оптимизация	Осн. литература: Ржевский, С. В. Исследование операций : учебное пособие / С. В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1480-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/213248">https://e.lanbook.com/book/213248</a> Глава 7. Доп.литература: Гришагин, В. А. Анализ многокритериальных задач оптимизации методом линейной свертки : учебно-методическое пособие / В. А. Гришагин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191494">https://e.lanbook.com/book/191494</a> Главы 1-3	4	15
выполнение домашних заданий	Доп.литература: 1. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 375 с. — (Высшее образование). Главы 1-4 2. Горлач, Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. Главы 1-3,6-7.	4	26
подготовка к дифференцированному зачету	Осн.литература: 1, 4, 7 Доп.литература: 2, 3, 5, 6	4	23

#### 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	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Тест 1	1	3	Тест проводится в конце 4 лекции, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Тест 2	1	3	Тест проводится в конце 9 лекции, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	Тест 3	1	3	Тест проводится в конце 12 лекции, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса	дифференцированный зачет



						теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	
4	4	Текущий контроль	Тест 4	1	3	Тест проводится в конце 16 лекции, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	Проверочная работа 1	2	3	Проверочная работа 1 проводится на практическом занятии №5 в течение 1 академического часа, включает в себя 3 задания. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл. Если при выполнении задания студент допущены вычислительные ошибки, задание оценивается в 0,5 балла. Неверно выполненное или невыполненное задание оценивается в 0 баллов.	дифференцированный зачет
6	4	Текущий контроль	Контрольная работа	1	4	Контрольная работа проводится на практическом занятии №10 в течение 1 академического часа, включает в себя 4 задания. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.	дифференцированный зачет

						Если при выполнении задания допущены ошибки - задание оценивается в 0,5 балла.	
7	4	Текущий контроль	Опрос по теме Многокритериальная оптимизация	1	3	Опрос проводится в виде электронного теста на практическом занятии №11. Тест содержит 3 задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
8	4	Текущий контроль	Проверочная работа 2	1	3	Проверочная работа 2 проводится на практическом занятии №13 в течение 1 академического часа, включает в себя 3 задания. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл. Если при выполнении задания студент допущены вычислительные ошибки, задание оценивается в 0,5 балла. Неверно выполненное или невыполненное задание оценивается в 0 баллов.	дифференцированный зачет
9	4	Текущий контроль	Проверка выполнения домашних заданий	1	30	Контроль выполнения письменных домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Каждое домашнее задание оценивается: 2 балла: домашнее задание выполнено	дифференцированный зачет

						верно полностью; 1 балл: домашнее задание выполнено верно частично; 0 баллов: домашнее задание не выполнено.	
10	4	Текущий контроль	Тест 5	1	3	Тест проводится в конце лекции №19, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
11	4	Текущий контроль	Тест 6	1	3	Тест проводится в конце лекции №21, содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 10 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	дифференцированный зачет
12	4	Текущий контроль	Контрольная работа	1	4	Контрольная работа проводится на практическом занятии №15 в течение 1 академического часа, включает в себя 4 задания. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл. Если при выполнении задания допущены	дифференцированный зачет

						ошибки - задание оценивается в 0,5 балла.	
13	4	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания по теме Системы массового обслуживания	1	6	<p>Вариант задания определяется по номеру фамилии студента в списке группы. Работа включает в себя: аналитическое решение поставленной задачи, имитационную модель, результаты вычислительных экспериментов, анализ полученных результатов и письменный отчет (в электронном формате).</p> <p>0 баллов - работа не выполнена или не соответствует поставленной задаче/варианту или использованы опубликованные в интернете работы-аналоги;</p> <p>1 балл - отчет включает в себя только аналитическое решение задачи или только описание имитационной модели;</p> <p>2 балла - отчет включает в себя аналитическое решение задачи и описание имитационной модели с недочетами.</p> <p>3 балла - отчет включает в себя аналитическое решение задачи, описание имитационной модели, результаты вычислительных экспериментов, отсутствует анализ полученных результатов.</p> <p>4 балла - работа включает в себя все составляющие части,</p>	дифференцированный зачет





			Юрайт, 2022. — 191 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). <a href="https://urait.ru/bcode/508129">https://urait.ru/bcode/508129</a>
5	Дополнительная литература	Образовательная платформа Юрайт	Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 375 с. — (Высшее образование). <a href="https://urait.ru/bcode/489397">https://urait.ru/bcode/489397</a>
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гришагин, В. А. Анализ многокритериальных задач оптимизации методом линейной свертки : учебно-методическое пособие / В. А. Гришагин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 40 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/191494">https://e.lanbook.com/book/191494</a>
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/67460">https://e.lanbook.com/book/67460</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(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
Зачет, диф.зачет		учебные места, оснащенные компьютерной техникой, с подключением к Интернету
Практические занятия и семинары		учебные места, оснащенные компьютерной техникой, с подключением к Интернету
Лекции		компьютер, проектор
Самостоятельная работа студента		ПО «МойОфис Образование», дополнительно pSeven Online интегрированная платформа для создания приложений, средство математического и имитационного моделирования