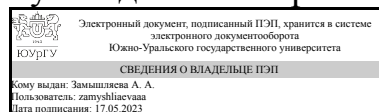


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



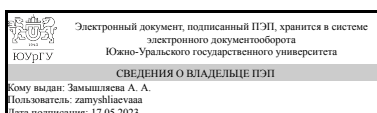
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.20 Исследование операций и системный анализ  
**для направления** 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
**уровень** Бакалавриат  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и программирование

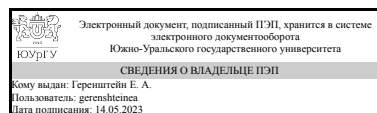
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

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



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Е. А. Геренштейн

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения данной дисциплины - формирование у студентов представлений об основных положениях системного анализа, навыков моделирования и математической постановки практических задач исследования операций, методов и алгоритмов решений оптимизационных задач. Основными задачами изучения дисциплины являются: - изучить исследование и разработку математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов; - рассмотрение основных положений системного анализа и обучение студентов их практическому применению к задачам исследования операций; - изучение подходов к построению математических моделей типовых задач исследования операций; - изучение методов и алгоритмов решения задач исследования операций; - обучение практическим навыкам решения различных задач исследования операций и проверки на адекватность полученных решений реальному процессу.

## Краткое содержание дисциплины

В данном курсе студенты изучают методы исследования операций и системного анализа и возможности их применения при разработке и исследовании математических моделей. Рассматриваются задачи параметрического линейного программирования, целочисленного программирования и их методы решения, общая теория математического программирования, теория множителей Лагранжа, теорема Куна-Таккера, задачи управления запасами, системы массового обслуживания, метод динамического программирования, методы решения задач многокритериальной оптимизации.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	Знает: основные понятия теории исследования операций и методы системного анализа Умеет: применять методы системного анализа для решения практических задач анализа и синтеза систем Имеет практический опыт: применения аналитического аппарата современных методов системного анализа

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.24 Дополнительные главы математического анализа	1.О.31 Методики планирования эксперимента, 1.О.29 Теория игр, 1.О.36 Проектно-исследовательский семинар

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

Дисциплина	Требования
1.О.24 Дополнительные главы математического анализа	Знает: общенаучную и практическую значимость математического анализа, его роль в математическом моделировании реальных процессов Умеет: Имеет практический опыт: исследования и анализа свойств математических и физических объектов средствами математического анализа

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	37,5	37,5	
Подготовка к контрольным работам.	26	26	
Подготовка к дифференцированному зачету.	11,5	11,5	
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5	
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	Основы системного анализа. Общая методология исследования операций. Линейное программирование. Транспортная задача.	16	8	8	0
2	Целочисленное программирование.	4	2	2	0
3	Динамическое программирование.	4	2	2	0
4	Нелинейное программирование.	12	6	6	0
5	Многокритериальная задача оптимизации.	4	2	2	0
6	Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов.	8	4	4	0
7	Теория систем массового обслуживания	8	4	4	0
8	Сетевое планирование и управление.	8	4	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основы системного анализа. Общая методология исследования операций. Постановка задачи линейного программирования. Геометрический способ решения задачи линейного программирования для двух переменных.	2
2	1	Решение задачи линейного программирования симплексным методом.	2
3	1	Анализ модели на чувствительность. Параметрическое линейное программирование.	2
16	1	Транспортная задача.	2
4	2	Целочисленное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.	2
5	3	Метод динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.	2
6	4	Характеристика задач нелинейного программирования. Функция Лагранжа и седловая точка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование.	2
7	4	Постановка задачи дробно-линейного программирования. Существование решения задачи дробно-линейного программирования. Методы решения задачи дробно-линейного программирования.	2
8	4	Задачи сепарабельного программирования и методы их решения.	2
9	5	Многокритериальные задачи принятия решений в условиях определенности. Оптимальность по Парето. Свертывание критериев. Условная максимизация. Метод уступок. Метод идеальной точки.	2
10	6	Случайные факторы и их природа. Случайные процессы. Потoki событий. Простейший поток и его свойства. Потoki Пальма и Эрланга.	2
11	6	Марковские процессы. Уравнения Колмогорова. Переходные и стационарные процессы, предельные вероятности. Потoki событий и марковские цепи. Типовые марковские процессы: гибели и размножения, циклические.	2
12	7	Система массового обслуживания (СМО) и ее компоненты. Классификация СМО. Показатели эффективности СМО. Марковские системы. Одноканальная СМО с отказами. Многоканальная СМО с отказами.	2
13	7	Одно - и многоканальные СМО с ожиданием. Замкнутые СМО. СМО с непуассоновскими потоками событий.	2
14	8	Построение сетевой модели. Наиболее ранний возможный срок появления события. Наиболее поздний допустимый срок наступления события. Резерв времени и критический путь.	2
15	8	Оптимизация комплекса работ. Анализ вероятностной сети.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Постановка задачи линейного программирования. Геометрический способ решения задачи линейного программирования для двух переменных.	2
2	1	Решение задачи линейного программирования симплексным методом.	2
3	1	Анализ модели на чувствительность. Параметрическое линейное программирование.	2
16	1	Решение транспортной задачи.	2
4	2	Целочисленное программирование. Метод Гомори.	2
5	3	Метод динамического программирования. Решение уравнений Беллмана.	2

6	4	Решение задач квадратичного программирования.	2
7	4	Решения задач дробно-линейного программирования.	2
8	4	Решения задач сепарабельного программирования.	2
9	5	Решение многокритериальных задач методами уступок и идеальной точки.	2
10	6	Расчет параметров потоков Пальма и Эрланга.	2
11	6	Решение задач на марковские случайные процессы.	2
12	7	Расчет параметров одноканальной СМО с отказами и многоканальная СМО с отказами.	2
13	7	Расчет параметров одно - и многоканальных СМО с ожиданием и СМО с непуассоновскими потоками событий.	2
14	8	Задачи сетевого календарного планирования. Построение сетевого графика. Нахождение критического пути.	2
15	8	Оптимизация плана комплекса работ.	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
Подготовка к контрольным работам.	ПУМД: осн.лит.: 1, глава LV, 2, глава 22, ЭУМД: осн.лит.: п.1 (разделы 1-3), п.2 (разделы 2- 5), п.3 (разделы 1-7).	7	26
Подготовка к дифференцированному зачету.	ПУМД, осн.лит.: 1, ЭУМД: осн.лит.: п.1-4	7	11,5

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

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 1.	0,07	7	7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя; 6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неважной причине на 4 недели;	дифференцированный зачет

					<p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;</p> <p>1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;</p> <p>0 – Работа не сдана.</p>		
2	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 2.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;</p> <p>6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;</p> <p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие</p>	дифференцированный зачет

						<p>неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;</p> <p>1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;</p> <p>0 – Работа не сдана.</p>	
3	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 3.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;</p> <p>6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;</p> <p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;</p>	дифференцированный зачет

					<p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;</p> <p>1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;</p> <p>0 – Работа не сдана.</p>		
4	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 4.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;</p> <p>6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;</p> <p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача</p>	дифференцированный зачет



						<p>работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;</p> <p>1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;</p> <p>0 – Работа не сдана.</p>	
5	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 5.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;</p> <p>6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;</p> <p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или студент не может объяснить ход решения задачи;</p> <p>3 – Алгоритм решения задачи верный, но работа сделана не до</p>	дифференцированный зачет

						<p>конца;  2 – Неверный алгоритм решения задачи;  1 – Работа сделана с грубыми ошибками и сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;  0 – Работа не сдана.</p>	
6	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 6.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;  6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;  5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;  4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;  3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;  2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;  1 – Работа сделана с</p>	дифференцированный зачет

						грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца; 0 – Работа не сдана.	
7	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 7.	0,007	7	7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя; 6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели; 5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине; 4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине; 3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине; 2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине; 1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на	дифференцированный зачет

						2 месяца; 0 – Работа не сдана.	
8	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 8.	0,07	7	7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя; 6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели; 5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине; 4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине; 3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине; 2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине; 1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца; 0 – Работа не сдана.	дифференцированный зачет
9	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 9.	0,07	7	7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана	дифференцированный зачет

						<p>вовремя;  6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;  5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;  4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;  3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;  2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;  1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;  0 – Работа не сдана.</p>	
10	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 10.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;  6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по</p>	дифференцированный зачет

						<p>неуважительной причине на 4 недели;  5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 5 недель по неуважительной причине;  4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;  3 – Студент не может объяснить ход решения задачи или сдача работы задержана на 7 недель по неуважительной причине;  2 – Неверный алгоритм решения задачи или сдача работы задержана на 8 недель по неуважительной причине;  1 – Работа сделана с грубыми ошибками или сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;  0 – Работа не сдана.</p>	
11	7	Текущий контроль	Домашняя контрольная работа 11.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок, сдана вовремя;  6 – В работе есть небольшой недочет или сдача работы задержана по неуважительной причине на 4 недели;  5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны</p>	дифференцированный зачет

						<p>арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ или сдача работы задержана на 6 недель по неуважительной причине;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки, или студент не может объяснить ход решения задачи;</p> <p>3 – Алгоритм решения задачи верный, но работа сделана не до конца;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи;</p> <p>1 – Работа сделана с грубыми ошибками и сдача работы задержана по неуважительной причине более, чем на 2 месяца;</p> <p>0 – Работа не сдана.</p>	
12	7	Текущий контроль	Аудиторная контрольная работа.	0,07	7	<p>7 – Работа сделана правильно, грамотно, без ошибок;</p> <p>6 – В работе есть небольшой недочет;</p> <p>5 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны арифметические ошибки, повлекшие неправильный ответ;</p> <p>4 – Алгоритм решения задачи верный, но сделаны существенные ошибки;</p> <p>3 – Алгоритм решения задачи верный, но работа сделана не до конца;</p> <p>2 – Неверный алгоритм решения задачи или студент не может объяснить ход решения задачи;</p> <p>1 – Сданная работа не содержит решения</p>	дифференцированный зачет

						задачи; 0 – Работа не сдана.	
13	7	Текущий контроль	Конспект, активность, посещение.	0,16	16	В курсе 16 лекций. За каждую лекцию начисляются баллы за посещение. наличие конспекта лекции и его качество в равных долях.	дифференцированный зачет
14	7	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет.	-	10	КМ дифференцированного зачета - устное собеседование. Студенту предлагается ответить на пять вопросов из разных разделов дисциплины и 60 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы. За каждый ответ студент может получить: 2 балла – дал верный полный ответ; 1 балл – ответ, в целом, верный, но не полный; 0 баллов – ответ не верный или нет ответа.	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На дифференцированном зачёте подводится итог учебной деятельности студента по дисциплине на основе полученных в течение семестра баллов за мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время дифференцированного зачёта в виде устного опроса. Студенту предлагается ответить на пять вопросов из разных разделов дисциплины и 60 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПК-4	Знает: основные понятия теории исследования операций и методы системного анализа	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+





3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горлач, Б.А. Исследование операций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4865">http://e.lanbook.com/book/4865</a> — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Катулев, А.Н. Исследование операций и обеспечение безопасности: прикладные задачи. [Электронный ресурс] / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев, Г.М. Соломаха. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 240 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59382">http://e.lanbook.com/book/59382</a> — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Microsoft windows (SoftwareAssurancePack Academic 1 Year - Миасс)(31.12.2019)
2. Microsoft-Office(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
Практические занятия и семинары	340 (36)	Компьютерный класс.
Лекции	336 (36)	Компьютер, проектор, экран.