Министерство просвещения Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова» (ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования Кафедра информатики

**УТВЕРЖДАЮ** 

Проректор по учебно-методической

работе С.Н. Титов

# ПРАКТИКУМ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ НА ЭВМ

Программа учебной дисциплины модуля «Специальные разделы предметной области»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

> направленность (профиль) образовательной программы Математика. Экономика

> > (очная форма обучения)

Составитель: Шубович В.Г., профессор кафедры информатики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физикоматематического и технологического образования, протокол от 21.06,2021 No7

Ульяновск, 2021

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Практикум решения оптимизационных задач на ЭВМ» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) вариативного модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Математика. Экономика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Информатика и ИКТ» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также на результаты обучения, полученные при изучении дисциплин Информационно-коммуникационные технологии и медиаинформационная грамотность, теоретический и прикладной математический анализ, аналитическая геометрия на плоскости, элементарная математика, экономико-математические модели, .

Результаты изучения дисциплины «Практикум решения оптимизационных задач на ЭВМ» являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин: компьютерное моделирование, информационные системы в экономике, оптимальное управление организационными системами.

# 1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

**Целью** освоения дисциплины «Практикум решения оптимизационных задач на ЭВМ» является содействие становлению профессиональной компетентности будущего педагога через систематизацию знаний о методах решения оптимизационных задач.

**Задачей** освоения дисциплины формирование у студентов представлений о современной проблематике теории исследования операций, о возможностях применения для решения оптимизационных задач имеющегося программного обеспечения и изученных ранее языков программирования.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Практикум решения оптимизационных задач на ЭВМ» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и	Образовательные результаты дисциплины				
индикаторы ее	(этапы формирования дисциплины)				
достижения в	знает	умеет	владеет		
дисциплине					
УК-1. Способен					
осуществлять поиск,					
критический анализ и					
синтез информации,					
применять системный					
подход для решения					
поставленных задач.					
УК-1.1.	OP-1				
Демонстрирует знание	логические формы и				
особенностей	процедуры,				
системного и	демонстрировать				
критического	способность к				
мышления и	рефлексии по поводу				
готовность к нему.	собственной и чужой				
	мыслительной				
	деятельности				

		T	1
УК-1.2. Применяет логические формы и		OP-2 грамотно, логично	
процедуры, способен к		аргументировано	
рефлексии по поводу			
		формулировать	
собственной и чужой		собственные	
мыслительной		суждения и оценки,	
деятельности.		отличать факты от	
		мнений,	
		интерпретаций,	
		оценок в	
		рассуждениях	
		других участников	
		деятельности.	
		деятельности.	
УК-1.3. Анализирует			OP-3
источник информации			навыками
с точки зрения			определения
временных и			практических
пространственных			последствий
условий его			предложенного
возникновения.			решения задачи
возникновения.			решения задачи
УК-2. Способен			
определять круг задач			
в рамках поставленной			
_			
цели и выбирать			
оптимальные способы			
их решения, исходя из			
действующих			
правовых норм,			
имеющихся ресурсов			
и ограничений.			
УК-2.1. Определяет			
_	OP-4		
совокупность	основы правового		
взаимосвязанных	регулирования		
задач,	сферы образования;		
обеспечивающих	основные этапы		
достижение	проектирования,		
поставленной цели,	виды рисков и		
исходя из	ограничений в		
действующих	проектной		
правовых норм.	деятельности		
УК-2.2. Определяет		OP-5	
ресурсное			
обеспечение для		проектировать	
' '		процесс решения	
достижения		каждой задачи	
поставленной цели.		проекта,	
		определять	
		совокупность	
		необходимых	

	ресурсов для	
	реализации каждой	
	задачи; оцениваті	
	уровень и качество	
	каждого ресурса	
	обеспечивающего выполнение	
	определенной	
УК-2.3. Оценивает	задачи	
вероятные риски и	зиди ін	
ограничения в		OP-6
решении		способами
поставленных задач.		решения
		конкретных задач
		проекта за
		установленное
		время; навыками
		публичного
		представления
		результатов
		решения
		конкретных задач
	OP-7	проекта
УК-2.4. Определяет	выделять н	
ожидаемые	поставленной цели	
результаты решения	основные	
поставленных задач.	смысловые и	]
	структурные	
	компоненты;	
	атклакив	
	возможности	
	преодоления	
	рисков	
	ограничений о	
	учетом имеющихся	
	ресурсов в	
	резервов; выбирати оптимальный	
	способ решения	r
	каждой задачи	
	проекта с учетом	
	положений	
	действующих	
	нормативных	
	правовых актов и	1
	имеющихся	
	ресурсов	1
	ограничений	

2. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с

преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

	Учебные занятия						
Номер семестра	Труд	од Ж Трудоемк.		Лекции, час Лабораторные занятия, час		амостоятельная работа, час	Форма итоговой аттестации
	Зач. ед.	Часы		JL 8	Практические занятия, час	Car	
7	2	72	12	20	-	40	зачет
Итого:	2	72	12	20	-	40	зачет

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

# 3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

	Количес организа	тво ча ации обуче	сов по	формам
Наименование раздела и тем	Лекц. занятия	Лаб. занятия	Практ. занятия	Самост. работа
Классические оптимизационные задачи	2	2		6
Линейное программирование	2	6		10
Введение в теорию игр	2	4		6
Специальные задачи линейного программирования	2	2		6
Нелинейное программирование	2	4		6
Динамическое программирование	2	2		6
Всего	12	20		40

# 3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины Краткое содержание курса (5 семестр)

# І. КЛАССИЧЕСКИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Введение в оптимизацию. Локальный и глобальный экстремум. Теоремы существования. Одномерная и многомерная оптимизация. Безусловный экстремум: необходимые и достаточные условия. Примеры.

# II. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Постановка задачи, геометрический смысл, примеры. Графический метод решения двумерной задачи линейного программирования. Симплекс-метод- обоснование, алгоритм метода. Метод искусственного базиса. Дробно-линейные задачи. Двойственные задачи и теоремы двойственности

# III. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ИГР

Определение игры, правил игры, стратегии игрока, оптимальной стратегии, цены игры. Классификация игр. Конечные матричные игры для двух игроков с нулевой суммой. Графический метод решения двумерной игры. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.

IV.СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ. Транспортная задача — постановка. Доказательство существования оптимального решения. Метод потенциалов. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Задачи параметрического программирования.

#### V. НЕЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Общая постановка задачи нелинейного программирования. Выпуклое программирование, двойственность, теорема Куна-Таккера. Численные методы решения (градиентные, возможных направлений, множителей Лагранжа, Ньютона).

# VI. ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Многошаговые задачи принятия решений. Формулировка задачи динамического программирования, примеры (задачи распределения ресурсов, управления запасами, сетевые). Метод динамического программирования. Принцип оптимальности и функция Беллмана.

# 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения лабораторных работ, письменных проверочных работ по дисциплине.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки к защите лабораторной работы;
- подготовка к мини-выступлениям.

# Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине:

1. Аббязова М.Г., Беляева Е.В. Исследование операций: методические разработки для студентов физико-математического факультета – Ульяновск: УлГПУ, 2011.

#### Вопросы для самостоятельного изучения обучающимися (темы мини-выступлений)

- 1. История развития исследования операций
- 2. Метод градиентного спуска
- 3. Игры в условиях неопределенности
- 4. Решение оптимизационных задач в Excel
- 5. Решение оптимизационных задач средствами программирования
- 6. Задачи оптимизации в SciLab

# 5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Организация и проведение аттестации бакалавра

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций — динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

**Цель проведения аттестации** — проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: мини-выступления, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

No	СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,	Образовательные
п/п	используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации	OP-
	ОС-1 Мини-выступление	1
	ОС-2 Защита лабораторной работы	логические формы и процедуры, демонстрировать способность к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности
	Оценочные средства для промежуточной	деятельности
	аттестации зачет	OP-2
	ОС-3 Зачет в форме устного собеседования по вопросам	грамотно, логично аргументировано формулировать собственные суждения и оценки, отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок в рассуждениях других участников деятельности.  OP-3 навыками определения
		практических последствий предложенного решения задачи
		OP-4 основы правового регулирования сферы образования; основные этапы проектирования, виды рисков и ограничений в проектной деятельности
		OP-5

проектировать процесс решения каждой задачи проекта, определять совокупность необходимых ресурсов ДЛЯ реализации каждой задачи; оценивать уровень и качество каждого pecypca, обеспечивающего выполнение определенной задачи OP-6 способами решения конкретных задач проекта за установленное время; навыками публичного представления результатов решения конкретных задач проекта

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Практикум решения задач на ЭВМ».

# Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

### Пример контрольной работы.

Критерии оценивания: за правильное выполнение двух заданий ставится 32 балла Задача 1

Решить транспортную задачу

11	10	9	8	280
9	10	11	8	140
7	10	12	8	130
250	120	130	100	_

Задача 2

Найти максимальное и минимальное значения функции

$$F = -2x_1 + 3x_2$$
 При условиях 
$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \ge 7 \\ 10x_1 - x_2 \le 8 \\ -18x_1 + 4x_2 \le 12 \\ x_1, x_2 \ge 0 \end{cases}$$

# Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

# OC-3 Зачет в форме устного собеседования по вопросам Перечень вопросов к зачету

- 1. Общая постановка оптимизационной задачи.
- 2. Задачи линейного программирования. Пример задачи. Общая и основная ЗЛП. Переход от одной формы к другой.
- 3. Поиск решения задачи линейного программирования.
- 4. Алгоритм симплекс-метода. Симплекс-таблицы.
- 5. Обоснование симплекс-метода.

- 6. Двойственные задачи линейного программирования.
- 7. Введение в теорию игр. Основные определения. Основная теорема матричных игр.
- 8. Матричные игры и задачи линейного программирования.
- 9. Транспортная задача. Постановка задачи. Доказательство существования оптимального плана.
- 10. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Дисбаланс и вырожденность в транспортной задаче.
- 11. Задачи нелинейного программирования. Графический метод решения. Метод множителей Лагранжа.
- 12. Теорема Куна Таккера для задачи выпуклого программирования.
- 13. Метод штрафных функций решения задачи математического программирования.
- 14. Метод динамического программирования. Принцип поэтапного построения оптимального управления. Общая идея метода динамического программирования.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

# Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
7	Разбалловка по видам работ	6 x 1=6 баллов	10 x 1=10 баллов	142 балла	32 балла
семестр	Суммарный макс. балл	6 баллов тах	16 балла max	168 баллов тах	200 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

	Баллы (33Е)
«зачтено»	более 100
«не зачтено»	100 и менее

# 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись лекции — одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование со студентом.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

# Планы лабораторных занятий

**Лабораторная работа № 1.** Классические оптимизационные задачи

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с графическим методом решения двумерной задачи линейного программирования.

### Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Линейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

- 1. Решить задачу линейного программирования графическим методом вручую
- 2. Решить задачу, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

*Лабораторная работа № 2.* Линейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с симплекс-методом решения задачи линейного программирования.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Линейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

- 1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом вручную
- 2. Решить задачу, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виле.

*Лабораторная работа № 3.* Линейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с методом искусственного базиса решения задачи линейного программирования.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].

2. Повторить лекционный материал по темам «Линейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

- 1. Решить задачу линейного программирования методом искусственного базиса вручную
- 2. Решить задачу, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel

### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

**Лабораторная работа № 4.** Линейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с понятием двойственности в линейном программировании.

# Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Линейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

# Содержание работы:

- 1. Составить задачу, двойственную к данной, и решить пару задач вручную
- 2. Решить задачи, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

*Лабораторная работа № 5.* Линейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с методами решения транспортной задачи.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Линейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

- 1. Решить транспортную задачу методом потенциалов вручную
- 2. Решить задачи, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

*Лабораторная работа № 6.* Нелинейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с графическим методом решения нелинейных задач.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Нелинейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

1. Решить нелинейную задачу графическим методом.

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном виде.

*Лабораторная работа № 7.* Нелинейное программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с методом Лагранжа решения нелинейных задач.

# Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Нелинейное программирование», ответить на контрольные вопросы.

### Содержание работы:

1. Решить нелинейную задачу методом Лагранжа.

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном виде.

*Лабораторная работа № 8.* Динамическое программирование.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с методом динамического программирования решения оптимизационных задач.

# Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [1],[2].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Динамическое программирование», ответить на контрольные вопросы.

# Содержание работы:

1. Решить задачу методом динамического программирования.

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном виде.

Лабораторная работа № 9. Элементы теории игр.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с графическим методом решения двумерной игры.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

- 1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [6].
- 2. Повторить лекционный материал по темам «Элементы теории игр», ответить на контрольные вопросы.

#### Содержание работы:

- 1. Решить двумерную игру графическим методом.
- 2. Решить игру, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel.

# Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

**Лабораторная работа** № 10. Элементы теории игр.

**Цель работы:** выполнив предложенные задания, ознакомиться с симплекс-методом решения игры.

#### Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать материал по теме лабораторной работы из [6].

2. Повторить лекционный материал по темам «Элементы теории игр», ответить на контрольные вопросы.

### Содержание работы:

- 1. Решить игру симплекс- методом.
- 2. Решить игру, пользуясь инструментом «Поиск решения» в Excel.

#### Форма представления отчета:

Студент должен представить решение предложенных заданий в письменном и электронном виде.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература

- 1. Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации: Учеб. Пособие. М.:РИОР:ИНФРА-М, 2013. 270 с. ISBN 978-5-16-004876-5. Текст: электронный// URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=350985
- 2. Дорогов, В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений : учебное пособие / В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова. Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. 240 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0486-2. Текст : электронный. URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1007483">https://znanium.com/catalog/product/1007483</a> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: по подписке.
- 3. Власов, М. П. Моделирование экономических систем и процессов : учеб. пособие / М.П. Власов, П.Д. Шимко. М.: ИНФРА-М, 2019. 336 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005560-2. Текст : электронный. URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/983584">https://znanium.com/catalog/product/983584</a> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1. Ильяшенко, С. Б. Практикум по решению оптимизационных задач на предприятии торговли: учебное пособие / С. Б. Ильяшенко. 3-е изд., перераб. Москва: Дашков и К, 2019. 56 с. ISBN 978-5-394-03623-1. Текст: электронный. URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1232444">https://znanium.com/catalog/product/1232444</a> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: по подписке.
- 2. Романов, Б. А. Комплекс оптимизационных и имитационных моделей для исследования реализации предприятиями инвестиционных проектов : монография / Б. А. Романов. Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. 292 с. (Научная мысль). ISBN 978-5-369-01406-6. Текст : электронный. URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1009761">https://znanium.com/catalog/product/1009761</a> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: по подписке.

#### Интернет-ресурсы

- Писарук, Н. Н. Исследование операций / Н. Н. Писарук. Минск : БГУ, 2015./ [Электронный ресурс]. Режим доступа <a href="http://pisaruk.narod.ru/books/OR.pdf">http://pisaruk.narod.ru/books/OR.pdf</a>
- Решение оптимизационных задач в SciLab./ [Электронный ресурс]. Режим доступа bourabai.ru/library/scilab\_glava\_13.pdf